ISSN 0389-9314

鹿児島工業高等専門学校

研 究 報 告

第39号

RESEARCH REPORTS
OF
KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE
OF TECHNOLOGY
Number 39

2004

鹿児島工業高等専門学校研究報告

第39号　　２００４

目　　次

ウェーブレット画像変換の学習ソフトの試作　加治佐清光　**1～10**

静止画像の可逆圧縮・高速転送に関する試行　加治佐清光　**11～16**

地盤の不飽和浸透特性と測定法の検討
岡林巧、荒牧憲隆、杉尾哲　**17～25**

トラークル「夢のなかのセバスティアン」（1）　保坂直之　**27～35**

研究業績（2003 年 4 月 1 日～2004 年 3 月 31 日）　**37～47**

RESEARCH REPORTS

OF

KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

№39　　2004

CONTENTS

Implementation of Learning Software of Wavelet Image Transform
Kiyomitsu KAJISA　　1～10

Feasibility Study of Lossless Compression and Fast Transfer of Still Image
Kiyomitsu KAJISA　　11～16

Unsaturated infiltration characteristic of the ground and examination of metrology
Takumi OKABAYASHI, Noritaka ARAMAKI, Satoru SUGIO　　17～25

George Trakls Sebastian im Traum (1)
Naoyuki HOSAKA　　27～35

Extramural Activities (Apr.1,2003 ~ Mar.31,2004)　　37～47

論　　文　　抄　　録

[原著論文]

ウェーブレット画像変換の学習ソフトの試作

加治佐清光

本研究報告は、ウェーブレット画像変換の学習ソフトの試作について報告する。言語はＣ＃を使用している。初めに、この学習ソフトの主な機能である、ウェーブレット変換、ウェーブレット圧縮、画像保存、画質評価および情報の埋め込み・検出、の概要を報告する。次に、この学習ソフトを使用した実験例について、処理時間も含め、報告する。この学習ソフトはウェーブレット変換を始めて学ぶ学生だけでなく、ウェーブレット変換を用いた画像への情報埋め込み手法の開発にも有用であると思われる。

静止画像の可逆圧縮・高速転送に関する試行

加治佐清光

画質劣化のない（無歪みの）画像による遠隔製品検査や遠隔監視等の応用のために、動画像ではなく連続して静止画像をＬＡＮ経由で転送する場合に、転送速度の観点から可逆（無歪）圧縮が有効であるかどうかを検証する目的で、安価なＵＳＢカメラを用いて静止画像のＬＡＮ経由連続転送の実験プログラムを試作し、実験を行った。標準の無歪圧縮画像ＰＮＧやＴＩＦＦを用いた実験の結果、圧縮による転送時間の短縮よりも、無歪圧縮と無歪復元の処理に要するオーバーヘッドが、圧縮しない場合に比べ、約 1/4 の転送遅延をもたらすことが判明した。本研究報告では、静止画像の取得、ＬＡＮ経由転送、試作プログラムおよび実験と考察について報告する。

地盤の不飽和浸透特性とその測定法の検討

岡林巧、荒牧憲隆、杉尾哲

本研究の特色は、原位置における地盤の不飽和浸透特性と測定法を検討するところにある。不飽和地盤の安定解析は、原位置での地盤の不飽和浸透特性さえ厳密に入力できれば、既成の地盤安定解析ソフトを利用することにより可能である。本研究の先駆的点は、多くの研究が室内試験のデータにとどまっているのに比べて、原位置での地盤の不飽和浸透特性を地盤の安定解析に使用できるところにある。また、本研究の実用化に関しては、原位置での地盤条件を厳密に加味した地盤の設計が可能である。さらに、シリンダーを用いた非定常浸透試験法は、小規模、電気不要、計測簡単であるばかりでなく、短時間の同定解析が可能である。

トラークル「夢の中のセバスティアン」

保坂直之

トラークルの詩集『夢のなかのセバスティアン』は、大小 50 編の詩を五つの詩群に分けて構成してある。本研究は W.Killy、H.Szklenar 編集の校訂版全集に拠り、トラークル自身による詩作品の配列構成が持つ構造体としての意味に照らして個々の作品理解を目指し、表現法、特に比喩の描法の解明を目指すものである。本稿では最初の詩群「夢のなかのセバスティアン」の第 1

詩、第 2 詩を取り上げ、詩語を共有する詩を連続体として捉えることで、トラークルの表現の性質を論ずる。特に色彩語がある詩群のなかで特定の連想体系を示す目印として働く可能性、孤立した断片をつなぐ描法、同格関係が支配的であることについて明らかにする。

ウェーブレット画像変換の学習ソフトの試作

加治佐　清光†

Implementation of Learning Software of Wavelet Image Transform

Kiyomitsu KAJISA

This technical paper reports implementation of learning software of wavelet image transform using a C# language. First, abstracts of the main functions of this learning software, i.e. wavelet transform, wavelet compression, image saving, evaluation of image quality, and information embedding/detection, are reported. Then, some experimental results using this learning software are shown, including processing time. This learning software is supposed to be not only useful for students, who first learn wavelet transform, but also useful for experimenting information embedding in images using wavelet transform. It should be noted that the zerotree method for compressing the wavelet coefficients is not included in this learning software.

Keywords : Wavelet Transform, Compression, Information Embedding, C Sharp

1　まえがき

ウェーブレット画像変換の学習ソフトを試作したので，その機能の概要と学習ソフトを用いた実験例について報告する．

ウェーブレット画像変換は画像をウェーブレットにより周波数変換する変換方式で，画像圧縮の国際標準JPEG 2000 [1]の基本方式としても採択された方式である（JPEG2000 は JPEG に比べてブロック間歪が少ない特徴がある）．

代表的なウェーブレット(wavelet，さざ波)に平均（低周波数成分）と差分（高周波数成分）を基本とする Haar（ハール）と，4, 6 あるいは 8 個の数列で表現する Daubechies（ドベシィ）がある．ウェーブレット変換の詳細については文献 1)～4)を参照されたい．２次元のウェーブレット画像変換は，一つの画像に対し，Haar などのウェーブレットを使用し，水平方向の１次元ウェーブレット変換を垂直方向に順次施した後に，垂直方向の１次元ウェーブレット変換を水平方向に順次施すことを，変換領域が 1 画素になるまで，$1/2^n$ ごとに繰り返す（**図１**を参照）．

言い換えると，一つの画像は，まず，四つのサブバンド（低周波数成分 LL1 と三つの高周波数成分 LH1, HL1, HH1）に再構成され，次に，LL1 はさらに四つのサブバンドへ再構成され，LLn が 1 画素になるまでこの処理が繰り返される．このようにして，変換されたウェーブレット係数が得られる．

本学習ソフトはウェーブレット画像変換を視覚的に学習するソフトであるが，加えて，ウェーブレット変換を用いた情報の埋め込み（電子透かし）[5), 6)] も学習できるソフトである．

本学習ソフトの設計指針を次に掲げる．

(1) メニュー方式による機能や設定の選択ではなく，何を選択したかが視覚的にわかるように，ラジオボタン，チェックボタン，機能選択ボタンを常にウィンドウ内に表示する．
(2) 画像処理に関する基本的な処理結果はラベル表示する．機能ごとの注意事項，エラー，処理結果はメッセージボックスで使用者へ確認を求める．
(3) 原画像や処理結果の画像を別ウィンドウで表示せ

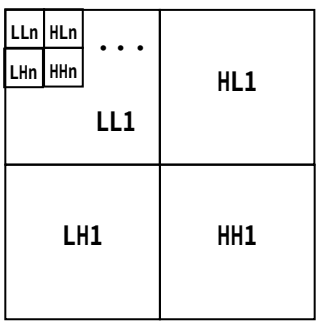

図１　ウェーブレット変換

†情報工学科

ず，比較が容易なように固定した二つの画像領域のみを用いて画像表示する．

(4) 処理後の画像を記録や再利用ができるように画像保存の機能を設ける．

なお，本学習ソフトの試作には，MS Visual Studio.NET [7] の C#（シー・シャープ）を用いた．C#は Visual C++と Visual Basic のオブジェクト指向と視覚化の利点を採り入れた新たな言語である．また，本学習ソフトのウェーブレット変換とウェーブレット圧縮の機能は文献 4)を参考にしてプログラム化した．

2 学習ソフトの概要

本学習ソフトの主な機能は，ウェーブレット変換，ウェーブレット圧縮，画像保存，画質評価，および情報埋め込み・検出である．それぞれ試作した学習ソフトの実行ボタンに対応している．以下，それぞれの機能の概要について述べる．参考までに，本学習ソフトのファイル構成を**図２**に示す．

2.1 ウェーブレット変換

本学習ソフトのウェーブレット変換(Wavelet Transform)は，Haar あるいは Daubechies ウェーブレットを用いて，BMP 画像をウェーブレット変換し，視覚的にわかりやすいように，その結果であるウェーブレット変換係数を画像として出力する機能である．

図３の上段に，指定したグレースケールの BMP 画像を読み込み，ウェーブレット変換を実施した直後の状態を示す．ラベルには原画像とウェーブレット変換係数に関する情報が表示される．もし，8 ビット/画素の原画像がカラーマップ画像の場合は，カラーマップに従い，グレースケール画像へ変換される．

次に，**図３**下段の右側に示すように，ウェーブレット変換係数を画素の濃度値に変換して画像表示する．ここでは，係数を 20 倍し，128 を加え，0～255 の範囲に量子化しているので，より正の係数はより明るく，より負の係数はより暗く，0 に近い係数は中間色で表示される．**図３**下段右側の画像より，低周波数成分の領域では係数の変化が多く，高周波数成分の領域では輪郭部で大きい正負の係数が出現する様子が観察される．

さらに，ウェーブレット変換係数は，設定された変換しきい値[%]のより大きい非ゼロ係数を保持するように，その他のより小さい変換係数はゼロへ強制的に変換される．**図３**下段の左側に，残った非ゼロ係数を黒画素として表示した画像を示す．**図３**下段のラベル表示より，変換しきい値が 50[%]の場合，最小の係数（絶対値）は 3 であることがわかる．この値は，変換係数の絶対値をソートで並べ替えて得た結果で，ゼロへの変換に使用される基準値である．

このようにして削減(decimate)された変換係数により画像圧縮が可能となり，これらの非ゼロ変換係数を用いてロッシーな（lossy，有歪の，非可逆の）復元画像が生成されることになる．

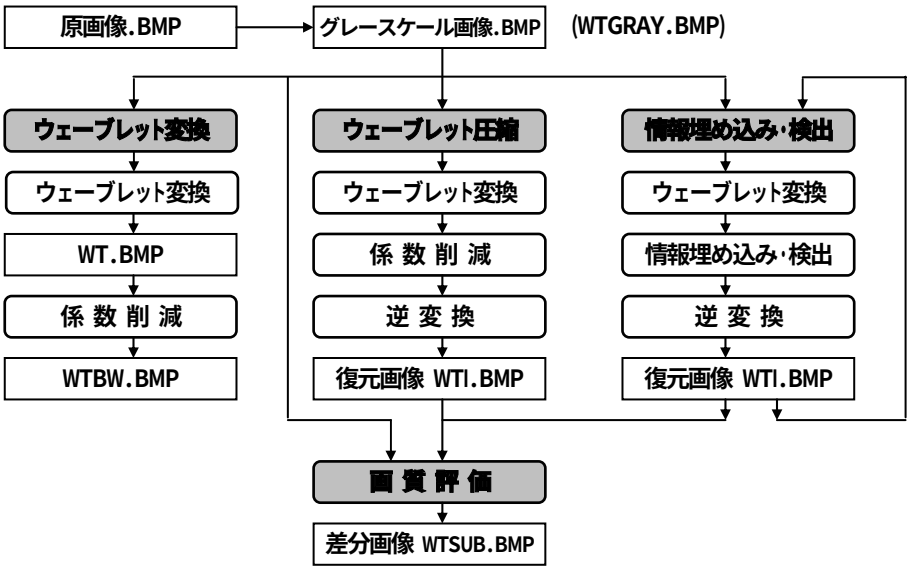

図2　ウェーブレット画像変換の学習ソフトのファイル構成

図3　ウェーブレット変換

図４　ウェーブレット圧縮

図５　ウェーブレット圧縮

2.2　ウェーブレット圧縮

ウェーブレット圧縮 (Wavelet Compression)は，Haarあるいは Daubechiesウェーブレットを用いて，BMP画像をウェーブレット画像圧縮する機能である．圧縮には前述の非ゼロ係数削減(decimation)の手法を用いている．JPEG2000で使用されているウェーブレットゼロツリー符号化(wavelet zerotree encoding)の手法は用いていない．また，この機能には圧縮ファイルの生成は含まれていない（**図５**を参照）．

非ゼロ係数削減は，前述したように，ウェーブレット変換係数の大きい x %（圧縮率で設定）は保持し，残りの(100 − x)%の変換係数はすべて 0 に変換する手法である．**図４**の圧縮率 5%の場合，同図中のラベル表示に示すように，ゼロ係数は 3%から 95%となるように, 48.375 より小さいウェーブレット係数はゼロに変更される．このようにして変更されたウェーブレット係数に対してウェーブレット逆変換(Inverse Wavelet Transform)が施され，復元画像が生成される．

ウェーブレット圧縮の機能は，ウェーブレット変換の機能からウェーブレット係数の画像表示を省き，逆変換による復元画像の表示を加えたものである．**図４**右側に圧縮率 5%でウェーブレット圧縮したときの復元画像を示す．原画像と対比し，画質劣化の様子がよくわかる．

2.3　画像保存

本学習ソフト内部で生成される BMP 中間ファイルは，**図２**中に示したように，WT.BMP, WTBW.BMP および WTI.BMP である．WT.BMP は変換しきい値を用いたウェーブレット変換により, WTBW.BMP は非ゼロ係数削減により生成され，画面表示される．WTI.BMP は，ウェーブレット圧縮の最後のウェーブレット逆変換により復元画像として生成され，画面表示される．

これらの BMP ファイルはそれぞれ対応する保存ボタンを用い，名前を付けて保存できる．名前を付けて保存するときのデフォルトのファイル名は，例えば WTI.BMP の場合, XXxxWTI.BMP である．ここで，XX は原画像のファイル名，xx は指定された圧縮率を示す．このデフォルトのファイル名（例えば, LENA10WTI.BMP）は実験データの記録保存には有用である．

図６　画質評価

図７　画質評価

2.4　画質評価

画質評価は，ウェーブレット圧縮あるいは情報埋め込みにより生成された復元画像の原画像に対する画質劣化を評価する機能である．保存された原画像と復元画像の BMP ファイルをロードすることによっても評価できる．両画像の絶対値差分は差分画像(WTSUB.BMP)として表示される．**図６**の右側に復元画像，左側に差分画像を示す.大きい差分は輪郭部に出現する．差分画像は濃度値の低い，薄い部分が鮮明に印刷されないが,画面表示ではその差を観察することができる．

画質評価の結果表示を**図７**に示す．画質劣化は，平均画素誤差(Average Pixel Error)とピーク信号対雑音比(PSNR: Peak Signal-to-Noise Ratio)により表現する．平均画素誤差は次式により算出される．

$$(\Sigma\Sigma\,|\,f_{i,j} - d_{i,j}\,|)\,/\,MN\,/\,255,\ i = 1..M,\ j = 1..N \quad (1)$$

ここで，fは原画像の画素値，dは復元画像の画素値，M,Nは縦横の画素数である．平均画素誤差は画素当たりの平均誤差の 255 レベルに対する割合である．

また,ピーク信号対雑音比は次式により算出される．

$$RMS = sqrt((\Sigma\Sigma\,|\,f_{i,j} - d_{i,j}\,|^2)\,/\,MN) \quad (2)$$

$$PSNR = 20\log_{10}(255\,/RMS) \quad (3)$$

ここで，$sqrt$ は平方根であり，RMS は平均二乗誤差(root mean square error)を示す．

2.5　情報の埋め込み

以上がウェーブレット変換と圧縮に関する基本的な学習内容であるが，この学習ソフトには簡単な情報埋め込み(embed)・検出(detect)の機能が付いている．ここでの情報埋め込みは，使用者が文字列を入力し，その入力された文字列の 1/0 のビット列（**図９**中央の埋め込み情報を参照）を基に指定範囲のウェーブレット係数をある値に置き換えることにより実現される．**図８**の右側に文字列「Hayato」を埋め込んだ復元画像を示すが，この例での平均画素誤差は 0.205%，PSNR は 48.5dB と，原画像との肉眼による区別は難しい．また，この例では，**図 11(a)**の最後の行に示すように埋め込み可能な最大ビット数は 8159 ビットである．

図８　情報埋め込み

図９　情報埋め込みと検出

情報の埋め込みにあたっては，係数を置き換える指定範囲(*T1*～*T2*，初期値は 10～100)を変更し，実験することもできる．ここでは，ビット 0, 1 の埋め込み値 *C0, C1*，ビット 0 の検出範囲 *C0L*～*C0H*，およびビット 1 の検出範囲 *C1L*～*C1H* は，正の場合，次式で与えられる．

$$
\left.
\begin{aligned}
C0 &= (T2-T1)*2/6 + T1 \\
C1 &= (T2-T1)*4/6 + T1 \\
C0L &= (T2-T1)*1/6 + T1 \\
C0H &= (T2-T1)*3/6 + T1 \\
C1L &= (T2-T1)*3/6 + T1 \\
C1H &= (T2-T1)*5/6 + T1
\end{aligned}
\right\} \quad (4)
$$

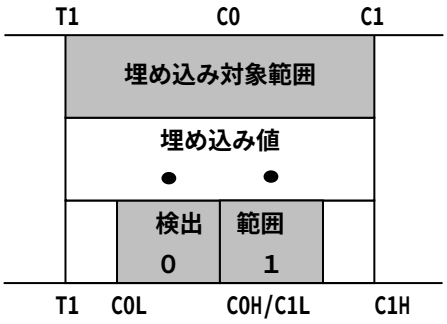

図 10　情報埋め込み・検出のしきい値

しきい値については，**図 10** のしきい値と**図９**左側の

(a) 埋め込み情報（詳細）

(b) 埋め込み情報の検出（詳細）

図 11 情報埋め込みと検出（詳細）

しきい値の例を参照されたい．これは文献 8)の埋め込み値 *T1, T2*，検出しきい値*(T1+T2)/2* を改良した独自の手法である．

ここでの情報の埋め込みは低周波数領域 LL1 を除く，高周波数領域に対して行う．ウェーブレット係数の置き換えの例を**図 11(a)**に示す．

この手法によると，検出時に原画像を参照することなく，復元画像のみから埋め込み情報が検出できる．また，攻撃に対しても耐性があることが想定される．

2.6 埋め込み情報の検出

情報を埋め込んだウェーブレット係数はウェーブレット逆変換により情報を埋め込んだ画像として復元される．埋め込み情報の検出はこの復元画像を原画像としてウェーブレット変換を施し，高周波数領域のウェーブレット係数が式(4)で示した検出範囲内にあれば，ビット 0 あるいはビット 1 として検出される．

文字列「Hayato」を検出した例を**図 9** の右側と**図 11(b)**に示す．現バージョンでは，英数字に加えて 2 バイトコードの漢字も埋め込め，コードとしては検出

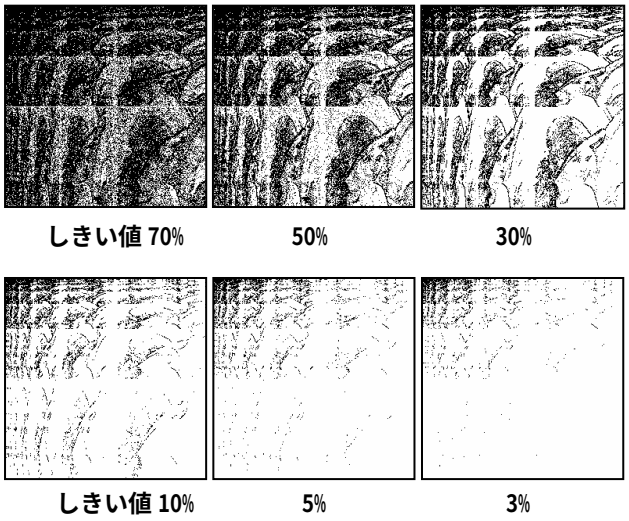

図 12　ウェーブレット変換（Lena，Haar）

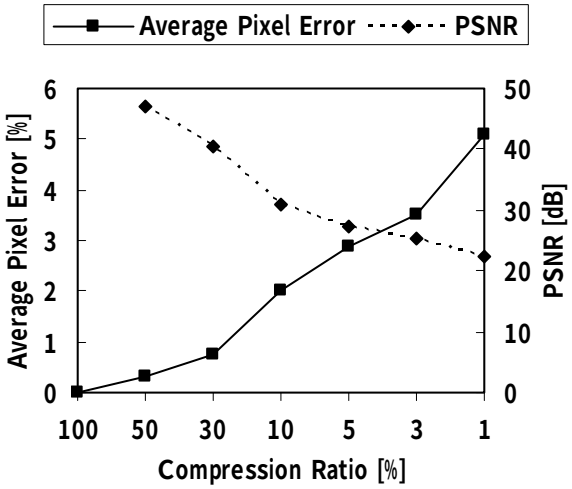

図 13　平均画素誤差と PSNR（Lena，Haar）

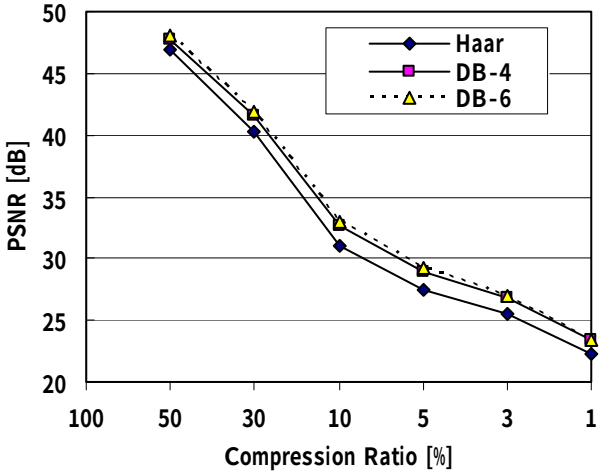

図 14　PSNR（Lena）

できるが，検出文字列の表示は未サポートである．

なお，本来，情報埋め込みは圧縮後（指定圧縮率に対応するように非ゼロ係数を削減後）のウェーブレット係数を対象とすべきであるが，ここでは，削減しないウェーブレット係数を対象としている．そのため，検出時は当然であるが，情報埋め込み時も圧縮率を100%に設定しておく必要がある．

3　学習ソフトを用いた実験例

試作した学習ソフトを使用して行った実験の例を以下に掲げる．授業でこの学習ソフトを使用する場合は，学生ごとに原画像やウェーブレットの種類を変えて実験することなどが考えられる．

3.1　ウェーブレット変換

ウェーブレット変換後のウェーブレット係数に対し，変換しきい値を変化させて設定した場合の出力画像を**図 12** に示す．変換しきい値の割合の係数が非ゼロ係数として保持され，黒画素で表現されている．1/20 圧縮に対応する 5%では，大半の高周波数成分の係数がゼロとなり，主に低周波数成分の係数を使用して画像が復元されることがわかる．

3.2　ウェーブレット圧縮

学習ソフトの画質評価の機能を用い，Haar ウェーブレット変換係数に対し，圧縮率を変化させた場合の平均画素誤差と PSNR の特性を**図 13** に示す．圧縮率が 100%のときの平均画素誤差は 0%で，PSNR は 200dB である．

また，Haar, Daubechies-4, Daubechies-6 ウェーブレットを使用したときの PSNR の特性を**図 14** に示す．この例では，Haar ウェーブレットに対し Daubechies では 1～2dB の改善がみられるが，Daubechies-4 と Daubechies-6 では大差はないことがわかる．

3.3　処理時間

2GHz の Pentium 4 を搭載したパソコンを使用した場合，原画像の読み込み・表示からウェーブレット変換係数を得るまでは約 0.3 秒，クイックソートで指定された圧縮率の非ゼロ係数を残し，ウェーブレット逆変換の後に復元画像を表示するまでは約 0.3 秒と高速に処理できる．これまでの実験例で使用した標準画像 Lena は 256×256 画素のグレースケール画像であるが，512×512 画素のグレースケール画像を用いると前半が約 2.3 秒，後半が約 2.3 秒の処理時間を要する．

表１　情報埋め込みと画質評価（Lena）

ウェーブレット	Haar	DB-4	DB-6
埋め込み可能ビット数 [bit]	8159	6119	5743
埋め込み文字数＋0x0D [Byte]	1019	764	717
埋め込みビット数 [bit]	8152	6112	5736
平均画素誤差 [%]	3.158	2.600	2.551
PSNR [dB]	25.91	27.07	27.21

ただし，本学習ソフトの現バージョンで，次に述べる非常に長い文字列を埋め込む実験を行う場合は，**図９**と**図 11** に示した埋め込み情報と埋め込み情報の検出のデータを表示するメッセージボックス内の，実際には表示されない，表示データの生成に非常に時間がかかる欠点がある．この点は今後，改良する必要がある．

3.4　情報の埋め込み

本学習ソフトは文字列情報を埋め込み，埋め込んだ情報を文字列として検出することはできるが，実験のために埋め込み可能ビット数の２値情報（擬似乱数あるいは 1/0 の交互データ）を埋め込む機能は現バージョンでは有していない．そこで，ここでは，1/0 の交互データより成る文字'U'(0x55)の連続した文字列をメモ帳で作成し，それを本学習ソフトの埋め込み文字列の入力欄にコピーすることにより，実験を進める．

ウェーブレットの種類を変えて，埋め込み可能ビット数に相当する文字数を埋め込んだ実験結果を**表１**に示す．使用した標準画像は今までの実験と同じく 256×256 画素の Lena である．Daubechies ウェーブレッ

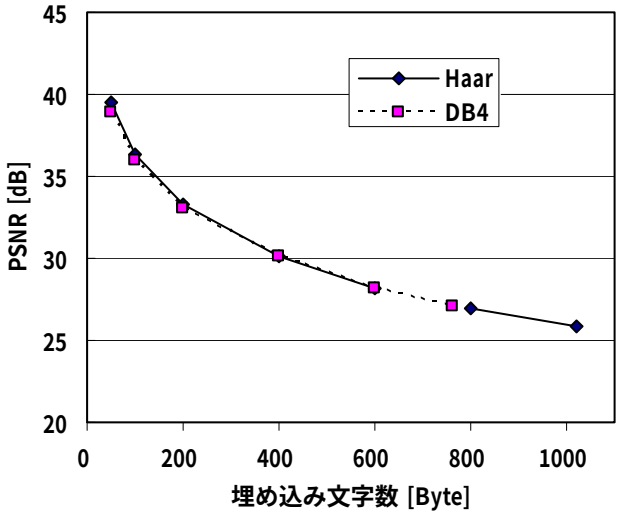

図 16　埋め込み文字数と PSNR（Lena）

図 15　1019 文字を埋め込んだ画像（Lena，Haar，25.9dB）

図 17　100 文字を埋め込んだ画像（Lena，Haar，36.3dB）

図 18　原画像（Lena，256×256 画素）

トよりも Haar ウェーブレットを用いた方が，埋め込み可能ビット数は大きいことがわかる[9]. **図 15** に Haar ウェーブレットを用いた場合の復元画像を示すが，画質劣化が著しく，縦筋が目立つ.

次に, 同様の方法で埋め込み文字数と PSNR との関係を実験した結果を**図 16** に示す．Haar よりも Daubechies-4 ウェーブレットの方がわずかに良好な PSNR であるが，大差はない．35dB を視覚的に画質劣化の少ない画像の境界値とみなす[10]と，いずれのウェーブレットの場合も百数十文字が実用上の埋め込み可能な文字数とみなすことができる．**図 17** に Haar ウェーブレットを用いて 100 文字を埋め込んだ画像を示す．また，画質の比較のために，**図 18** に Lena の原画像を示す.

4 むすび

本報告では，試作したウェーブレット画像変換の学習ソフトの機能概要と，その学習ソフトを用いた実験例について報告した．画像処理の分野の学習においては，肉眼で画像を観察することは非常に重要であるため，本学習ソフトはウェーブレット変換の原理と効果を視覚的に体得するために有用であると思われる．また，本学習ソフトのプログラムを基に，改良することにより，各種の情報埋め込み手法を研究することも可能である.

なお，本学習ソフト（初版）は削減した非ゼロ係数を符号化するウェーブレットゼロツリー符号化の機能はサポートしていない．今後の更新が望まれる.

謝辞

本研究は平成 14 年度校内研究助成金（教育改善プロジェクト）を受けて行われたことを記して謝意を表します.

参考文献

1) D.S. Taubman and M.W. Marcellin, JPEG2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice, Kluwer Academic Publications, 2002.

2) 中野宏毅，山本鎮男，吉田靖夫，ウェーブレットによる信号処理と画像処理，共立出版，1999.

3) 鎌田清一郎，画像処理，サイエンス社，2003.

4) S. Welstead, Fractal and Wavelet Image Compression Techniques, SPIE Optical Engineering Press, 1999.

5) 松田甲子雄，電子透かしの基礎，共立出版，1998.

6) 小野束, 電子透かしとコンテンツ保護, オーム社, 2001.

7) Microsoft Visual Studio.NET Professional Edition, Version 2002.

8) H. Inoue, A. Miyazaki, A. Yamamoto and T. Katsura, “A digital watermark technique based on the wavelet transform and its robustness on image compression and transformation,” IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E82 -A, no.1, pp.2-10, Jan. 1999.

9) 竹山征宏，加治佐清光,“ウェーブレット変換を用いた画像への情報埋め込みに関する考察,” 第 11 回電子情報通信学会九州支部学生会講演会講演論文集，p.12, Sep. 2003.

10) H.M. Wang, P.S. Su and C.J. Kuo,“Wavelet-based digital image watermarking,”Optics Express, vol.3, no.12, pp.491-496, Dec. 1998.

静止画像の可逆圧縮･高速転送に関する試行

加治佐　清光†

Feasibility Study of Lossless Compression and Fast Transfer of Still Images

Kiyomitsu KAJISA

For the purpose of applications of remote product tests and remote product monitoring, to verify whether the lossless image compression is useful or not from the view point of the speed of continuous transfer of still images, using a non-expensive USB camera, we implemented test programs and tested. Results, using PNG and TIFF images by standard lossless image compression, show that overhead caused by the lossless compression and decompression introduces approximately 1/4 transfer delay compared with the case of no image compression, though the transfer speed of the compressed images themselves is shorten. This technical paper reports the method of capturing still images asynchronously using a USB camera and transferring images via 100Mbps LAN asynchronously, implementation of an image capture client test program and an image display server test program, experiments and results of using the test programs, and considerations of the experiments.

Keywords : Lossless Compression, Still Image, USB Camera, TCP/IP, C Sharp

1　まえがき

安価なUSBカメラを用いて静止画像のLAN経由連続転送の実験プログラムを試作した．本研究報告ではその概要と実験結果について報告する．

本研究の主な目的は，画質劣化のない（無歪みの）画像による遠隔製品検査や遠隔監視等の応用のために，動画像ではなく連続して静止画像を LAN 経由で転送する場合に，転送速度の観点から可逆（無歪）圧縮が有効であるかどうかを検証することである．

著者らは，平成 13 年度校内研究助成金（一般研究と教育改善プロジェクト）により整備した工業用 CCD カメラ（約 15 万円）と日立高速画像処理ボード（約 36 万円）等で構成される画像処理装置（**図 1** を参照）を使用して，平成 14 年度の卒業研究 [1] で Visual C を用いて静止画像の LAN 経由転送の実験を行い，工業用 CCD カメラから連続して取得される 512×440 画素の濃淡静止画像（8 ビット/画素）を約 5 [Frame/Sec] の転送速度で転送できることを確認した．使用した日立高速画像処理ボードには大容量の画像メモリが内蔵されており，カメラから取得した画像を内蔵の画像処理プロセッサの機能を用いて高速に BMP あるいは YUV 形式のファイルに保存可能である．

図 1　日立高速画像処理ボード等を用いた画像処理装置

しかし，静止画像転送の実験装置としては，この工業用 CCD カメラと高速画像処理ボードは高価である点と，卒業研究の時間には画像処理教材の開発でも使用するため装置の共用が困難な点から，安価なビデオカメラとビデオキャプチャボードの構成が考えられたが, Windows 用ドライバのインタフェース情報が入手困難であったため，今回は，近年普及している USB カメラ，PC カメラや Web カメラなどと呼ばれる安価な USB インタフェースの CCD カメラを使用して実験を行った．

†情報工学科

図 2　USB カメラの例

なお, 実験プログラムの試作には, Microsoft Visual Studio.NET [2] の Visual C#（シー・シャープ）を用いた．Visual C#は Visual C++と Visual Basic のオブジェクト指向と視覚化の利点を採り入れた新たな言語である．

以下, 静止画像の取得, LAN 経由転送, 試作プログラムおよび実験と考察について報告する．

2　静止画像の取得

2.1 USB カメラ

USB カメラ，PC カメラや Web カメラなどと呼ばれる安価な USB インタフェースの CCD カメラの例を**図 2** に示す. 画素数は 35 万あるいは 30 万画素であり，160×120，320×240 あるいは 640×480 画素の動画像あるいは静止画像が取得できる．今回の実験では，**図 2** 中で左端の USB カメラ [3]を 320×240 画素で使用した．

2.2 画像取得

USB カメラからの動画像と静止画像の取得は Microsoft の DirectX 中の DirectShow を使用した．DirectX は 3D グラフィックスなどのマルチメディア機能を高性能で高速に実現するための低レベルの API であり，DirectShow はビデオとオーディオのマルチメディアファイルを生成あるいは再生するための低レベルの API である．実験で使用した Windows XP パソコンには DirectX8.1 が組み込まれている．DirectX9.0b も Microsoft のサイトからダウンロードでき, 最近発売されている Windows XP パソコンには DirectX9.0b が組み込まれているが, DirectShow の言語サポートは VB と C++のみで, C#からは直接使用できない [4] . C#からメソッド等を利用するにはカプセル化する必要があるため，今回は，ネット上（The Code Project）で公開されている DShowNET.dll (52KB) [5] を使用した．

表 1　DirectShow のインタフェース，クラス，メソッド

(a) interface DShowNET.

IBaseFilter	ビデオ装置のフィルタ制御用
IGraphBuilder	フィルタグラフ構築用
ICaptureGraphBuilder2	キャプチャフィルタグラフ構築
ISampleGrabber	フィルタグラフからの取得用
IMediaControl	フィルタグラフ中のデータ制御
IVideoWindow	ビデオ再生窓の制御用
IMediaEventEx	イベント通知の制御用

(b) class DShowNET.

VideoInfoHeader	MediaType
Device	AMMediaType
PinCategory	

(c) メソッド DShowNET.

ICaptureGraphBuilder2.SetFiltergraph()	
IGraphBuilder.AddFilter()	
ICaptureGraphBuilder2.RenderStream()	接続，描写
ISampleGrabber.GetConnectedMediaType()	
ISampleGrabber.SetBufferSamples()	
ISampleGrabber.SetOneShot()	
ISampleGrabber.SetCallback()	静止画像の取得
ISampleGrabberCB.BufferCB()	静止画像の取得
IVideoWindow.SetWindowPosition()	
IMediaEventEx.GetEvent()	
IMediaEventEx.FreeEventParams()	

従来，カメラからの画像取得には VFW (Video For Windows)が使用されているが，C#による使用が困難であったためと，VFW は DirectX に移行するとのことで，今回，VFW は使用しなかった．

USB カメラの選択, 動画像の表示, 静止画像の取得に使用した DirectShow のインタフェース，クラス，メソッドの一覧を**表 1** に示す．

DirectShow を使用して USB カメラから静止画像を取得するには，まず，使用するクラスやインタフェースを宣言し, 選択したカメラ装置との接続を確立する．次に，カメラ装置のセットアップ，具体的には，選択したキャプチャ装置の生成，インタフェースの取得，キャプチャグラフのビルドを行い，得られるプレビュー用のストリームを表示ウィンドウへ描写(render)することにより動画像が表示される．

静止画像の取得は，SetCallBack( )メソッドを利用し，キャプチャのイベント発生で得られた RGB データから Bitmap を生成し，表示する．

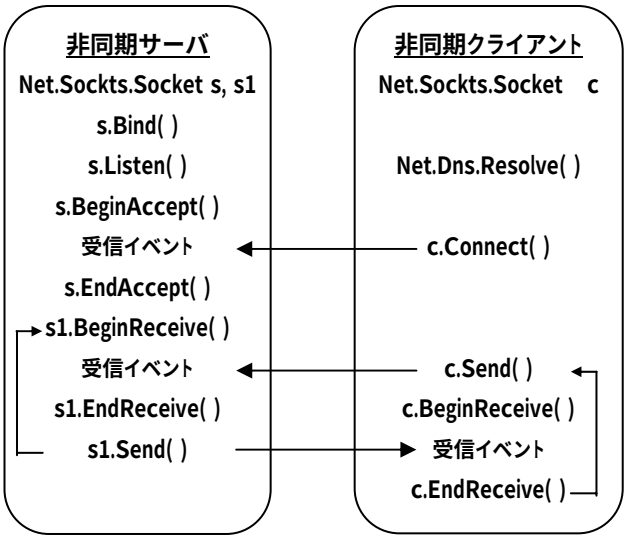

図 3　ソケットによる非同期通信 [6), 7)]

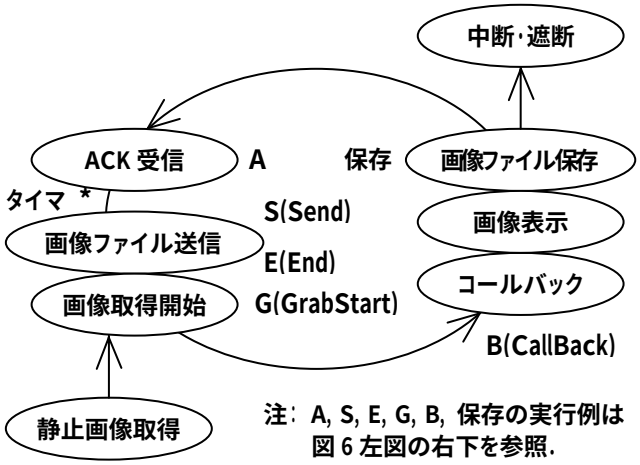

図 4　静止画像取得と転送の非同期処理（クライアント）

3　LAN 経由転送

3.1　画像の転送

平成 14 年度の卒業研究 [1)] は, TCP/IP の同期通信の手法を用いて 100Mbps と 1Gbps の LAN 経由で静止画像転送の実験を行った．しかし，同期通信においては受信開始から実際の受信までは処理が占有され，他のプログラム（スレッドやプロセス）は動作することができない欠点がある．そのため，平成 15 年度の卒業研究 [6)] では，受信はイベント（割り込み）として発生する非同期受信 [7)] の手法（**図 3** を参照）により，あらかじめ保存された標準画像を用いて，転送の実験を試みた．

通信の常套手段であるハンドシェークを用いた場合，送信側が画像を転送し，相手側が画像を受信し，画像を表示した後に受信確認の返答(ACK，Acknowledge)を返信してくるまでには，明らかな時間の差がある．この待ちの間に，非同期受信を用いれば，他の処理，ここでは静止画像の取得と画面表示を行うことができる．つまり，非同期受信を用いれば同期通信よりも高速に画像を転送できることになる．

3.2　非同期処理

しかし，試作プログラムを用いた実験の結果，非同期のデータ(ACK)受信ルーティンの中で，DirectShow を用いた静止画像取得の非同期コールバックの設定（静止画像取得開始）はできない（つまり，非同期処理の中で非同期処理は並行して実行できない）ことが判明した．そのため，10ms のタイマーを使用し，ACK 受信後に非同期コールバックを設定する（つまり，二つの非同期処理は分離する）こととした．

以上の考えに基づく，保存された画像の転送(Send～End)から応答(ACK)受信までの通信に対する非同期処理と，静止画像の取得開始(GrabStart)から静止画像取得(Call Back)・画像表示・画像ファイル保存までのカメラに対する非同期処理を一つのシーケンスとしたループを**図 4** に示す．

4　試作プログラム

4.1　画像取得クライアント

画像取得・送信を行う非同期クライアントの試作プログラム上のツールバー・ボタンを**図 5** に，動作中の例を**図 6** の左図に示す．カメラ選択ボタンに引き続く撮像ボタンにより**図 6** の左図右画面に動画像が表示される．さらに，静止ボタンにより連続して取得された静止画像が左画面に表示され，指定の画像形式（書式）で一つのファイルに連続して重ね書きで保存される．

あらかじめ, LAN 設定ボタンによりサーバと接続されていれば，ファイル保存の直後に取得した静止画像のファイルが連続してサーバへ送信される. その後は，**図 4** に示したシーケンスで連続して画像取得と画像送信が繰り返される．

送信のためにファイル保存するカラー画像の形式は，C#の Draw.Image.Save メソッドでサポートされている BMP（非圧縮）, TIFF, GIF, PNG（無歪圧縮）, JPEG

図 5　ツールバーのボタン

表 2　試作プログラムで使用した画像形式の特徴 [8)~10)]

BMP	無歪, 固定サイズ 24 bits/pixel 等
Tag Image File Format	無歪圧縮, LZW 圧縮など Tag で圧縮法等を指定 24 bits/pixel 等 グレースケールが基本
Graphics Interchange Format	無歪圧縮, LZW 圧縮 8 bits/pixel, 256 色 透明, アニメーション
Portable Network Graphics	無歪圧縮, LZ77+2 次元 Huffman 24 bits/pixel 等 透明, 逐次, γ・色補正
Joint Photographic Experts Group	有歪圧縮 24 bits/pixel 等 圧縮 1/20 で識別難 線図, 色ブロック, 境界に弱い

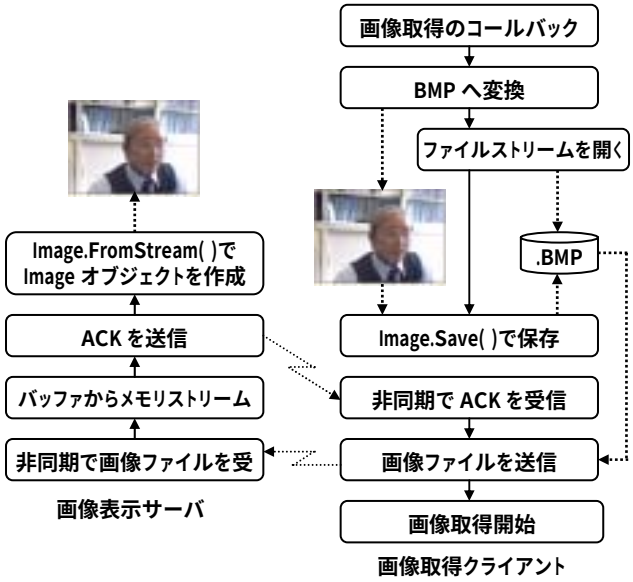

図 7　画像取得クライアントと画像表示サーバの処理の流れ

（有歪圧縮）を使用した．但し，GIF の場合は撮像したフルカラー画像が 256 色へ減色される．それぞれの画像形式の特徴については**表 2** を参照されたい．

図 4 に示した非同期静止画像取得と非同期転送の二つの非同期処理に基づく画像取得クライアントの処理の流れを**図 7** の右側に示す．

画像の取得は，具体的には，DirectShow によりコールバックされた画像データをビットマップデータへ変換し，画面表示する．その後，一つのファイル・ストリーム(stream)をあるファイル名で開き，そのファイル名を使用して設定された画像形式で画面 Image オブジェクトを Image.Save メソッドにより保存する．ソケットを使用した画像ファイルの送信はファイル名の指定だけで行う．

4.2 画像表示サーバ

画像受信・表示を行う非同期サーバの試作プログラムの動作例を**図 6** の右図に示す．また，画像表示サーバの処理の流れを**図 7** の左側に示す．非同期サーバは非同期で画像ファイルを受信直後に，固定サイズ（230,454 バイト）の BMP の場合は，ACK (Acknowledge)を送信する．ここで，受信はソケットのバッファからメモリ･ストリームへの書込みを指す. その後，ストリームから System.Drawing.Image オブジェクトを作成し，作成した Image を画面へ表示する．画像形式はストリームからビットマップ・オブジェクトの Image を作成するときに自動認識され，圧縮画像の場合は画像形式に基づき復元される．

図 6　非同期クライアント（左図）と
非同期サーバ（上図）

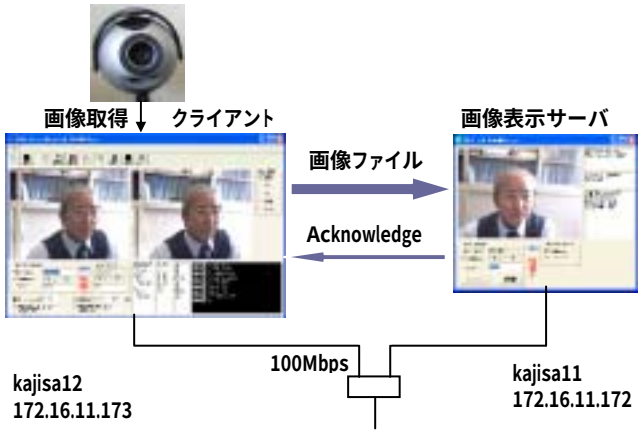

図 8　LAN 経由連続画像転送

5　実験と考察

5.1 実験環境

試作プログラムを用いた実験は Windows XP Home Edition 搭載のデスクトップパソコン(Pentium 4, 2.4GHz)とノートパソコン(Pentium 4, 2GHz)を用い，常駐プログラムや他のアプリケーションが実行されていない状態で行った．静止画像の画像取得だけの速度[Frame/Sec]と画像取得しながら転送する画像転送速度[Frame/Sec]は，約 1000 フレームの転送の時点で記録した試作プログラム（クライアント）上の表示結果（平均）を実験結果として使用した．

5.2 パソコン 1 台使用の実験

パソコン 1 台上で画像取得クライアントと画像表示サーバを試験動作させた場合の実験結果を**表 3** に示す．画像取得からファイル保存までの処理速度に関し，BMP の場合は 34.1[Frame/Sec]と余裕があり，JPEG の場合は 30.0[Frame/Sec]と動画像の画像取得速度に追従できる．しかし，GIF, TIFF, PNG の順に，指定画像形式へ無歪圧縮してファイル保存するために，画像取得速度は遅くなる．

平均画像転送速度に関しては，JPEG と GIF はファイルサイズが非常に小さいながら，BMP に比べてわずかに速いだけである．これは，クライアントでの画像圧縮に加えて，サーバでの画像復元に処理時間を要するためと，BMP の場合は画像復元･表示の前に ACK を送信できるためであると思われる．

5.3 LAN 100Mbps 使用の実験

100Mbps のハブ 1 台に接続された 2 台のパソコンを使用した場合（**図 8** を参照）の実験結果を**表 4** と**表 5** に示す．**表 4** 中のファイルサイズは**図 6** の左図に示す画像を取得した場合を示す．

表 3　パソコン 1 台で実験の場合

画像形式	画像転送 [F/s]	画像取得 [F/s]	サイズ [Bytes]
BMP	10.2	34.1	230,454
TIFF *	7.2	18.5	202,893
GIF *	10.5	25.1	36,425
PNG	7.8	16.8	140,058
JPEG	10.9	30.0	12,366

クライアント，サーバ：Pentium4 2GHz；*：LZW 圧縮

表 4　LAN 100Mbps の場合

画像形式	画像転送 [F/s]	画像取得 [F/s]	サイズ [Bytes]
BMP	21.3	46.9	230,454
TIFF	16.0	29.4	212,420
GIF	22.0	38.4	42,720
PNG	16.5	27.1	144,200
JPEG	27.9	44.0	12,560

クライアント：Pentium4 2.4GHz，サーバ：Pentium4 2GHz

表 5　LAN 100Mbps の場合

画像形式	画像転送 [F/s]	画像取得 [F/s]	サイズ [Bytes]
BMP	13.7	32.4	230,454
TIFF	10.5	20.4	203,700
GIF	15.2	21.2	39,790
PNG	11.7	19.2	134,600
JPEG	17.1	32.7	11,210

クライアント：Pentium4 2GHz，サーバ：Pentium4 2.4GHz

表 4 中の画像取得からファイル保存までの処理速度に関しては，画像形式ごとに**表 3** の実験結果と同様な傾向が見られ，全ての画像形式においてほぼ動画像取得の速度（30[Frame/Sec]）に追従できる．平均画像転送速度に関しては，JPEG の場合はほぼ動画像と同等, BMP の場合は動画像の約 2/3 のフレーム数でほぼスムーズに動画を再生できることがわかる. また, GIF は BMP と大差ないため使用する効果が低いこと，BMP に比べ TIFF は 75%に, PNG は 77%にダウンすることがわかる．特に，PNG の場合，ファイルサイズは BMP に比べて 63%と小さく無歪圧縮されるが，LAN 転送速度の向上よりも圧縮処理に要するオーバヘッドが悪影響しているものと思われる．

表 5 は画像取得クライアントを遅い方のパソコンと

した場合の実験結果であるが，**表 4** に比べて処理速度の低下が歴然となる．したがって，画像受信・表示のサーバ側よりも，画像取得・送信のクライアント側でより高速な処理が必要となる理由が裏付けられる．

6 むすび

以上，安価な USB カメラ用の試作プログラムと静止画像の LAN 経由転送の実験結果について報告した．

結果として，試みた非同期受信と画像取得の非同期処理との並行処理は静止画像の高速転送に有効であるが，C#で提供される Draw.Image.Save メソッドによる無歪画像圧縮とストリームのビットマップ・オブジェクト Image への割付けによる無歪画像復元は約 1/4 の転送遅延をもたらすことが判明した．

この結果より，近年登場したネットワーク向けの無歪画像圧縮形式である PNG に比べ，圧縮ファイルサイズより圧縮処理時間，つまり，より簡便(low complexity)で高速な圧縮処理を優先した新たな無歪画像圧縮方式を開発研究することが，無歪静止画像を連続して高速転送するために意義があると思われる．

謝辞

本研究は平成 14 年度校内研究助成金（一般研究）を受けて行われたことを記して謝意を表します．

参考文献

1) 福原輝，井上隆司，星原大翼：“ 無歪静止画像の LAN 経由転送の実験　―背景とソケット通信，画像取得と画像変換，画像表示と評価― ”，平成 14 年度卒業研究論文，鹿児島高専情報工学科，2003.

2) Microsoft Visual Studio.NET Professional Edition, Version 2002.

3) Qcam Pro 4000 取扱説明書，（株）ロジクール，2003.

4) 塚田浩二：“ USB カメラを C#で使おう ”， http://mobiquitous.com/~tsuka/programming/usbcamera.html, 2003.

5) NETMaster: “ DirectShow.NET ”, http://www.codeproject.com/cs/media/directshownet.asp, 2003.

6) 原口奈津起，勝目美由紀：“ 無歪静止画像の LAN 経由転送の実験 ―C#とソケット通信，画像表示と画像転送― ”, 平成 15 年度卒業研究論文, 鹿児島高専情報工学科, 2004.

7) “ 非同期クライアント・サーバソケット ”, .NET Framework 開発者ガイド，Microsoft Visual Studio.NET, 2003.

8) D.C. Kay and J.R. Levine 著，MbCD 訳：グラフィックフォーマット・ハンドブック，(株)アスキー，1995.

9) J. Miano: Compressed Image File Formats, Addison Wesley Longman, Inc., 1999.

10) G. Roelofs: PNG The Definitive Guide, O'Reilly & Associates, Inc., 1999.

地盤の不飽和浸透特性と測定法の検討

岡林 巧†[1]・荒牧 憲隆†[2]・杉尾 哲†[3]

Unsaturated infiltration characteristic of the ground and examination of metrology

Takumi OKABAYASHI, Noritaka ARAMAKI and Satoru SUGIO

Features of this research examine the infiltration characteristic and the procedure for measurement of the unsaturation of ground in the in-situ. The stability analysis of the unsaturation ground is possible by the use of existing ground stability analysis software as long as the unsaturated infiltration characteristic of the ground of the in-situ can be strictly input. Pioneering point of this research uses the unsaturated infiltration characteristic of the ground of the in-situ for the stability analysis of the ground while the research of the past has stayed in the data of the laboratory experiment. Moreover, the practical use of this research can design the ground where the unsaturated infiltration characteristic of the ground of the in-situ was strictly used. It is small-scale, and the unsteady seepage testing method with a cylinder is not only easily but also is unnecessary electricity, and a measurement analysis of identification for a short time. The unsteady seepage testing method with a cylinder is extremely effective to investigate the unsaturated infiltration characteristic of the ground.

Key Words: In-situ permeability test, infiltration test, double-ring, shirasu

1.まえがき

南九州が日本でも有数の多雨地帯に属することに起因して、地盤は雨季末期や台風時にしばしば破壊する[1),2),3)]。このような地盤環境を反映して、地盤の雨水排水施設や流出抑制施設あるいは道路、港湾施設等の常時・地震時に関わる地盤の安定解析には、降雨下にける地盤への浸透量あるいは地盤内圧力水頭など評価することが重要であり、このため地盤の原位置での不飽和浸透特性を的確に把握することが強く要求される。ここに、地盤における原位置での雨水浸透の測定については、西らや雨宮ら、杉尾らの報告などがみられ、採取した乱さない試料による不飽和浸透特性の同定については、中野ら､西垣らの報告などにみられるが、そのような報告は極めて少いのが現状である。これは、これまでの水の浸透に関する研究が主に乱した試料についての室内実験によってなされていたこと､および設計･施工において不飽和浸透が考慮されるようになったのは､つい最近であるため､原位置での不飽和浸透特性を求めるための測定法そのものが確定されていないことに起因している[4),5),6)]。

従来の研究に見られた地盤の不飽和浸透特性を求める原位置試験では、降雨発生装置や揚水井あるいは注水孔などが用いられた。いずれの試験方法もお互いに様々な特徴を有しているが、今後多くの地点とさまざまな地質状況のもとで不飽和浸透特性を求めるために用いられる原位置試験法は、まず試験装置の設置が容易でその取り扱いや計測に熟練を要しないことが大切である。さらに、その測定に電力を必要としないことが求められる。そこで、本研究では、新たに提案された試験装置の設置が容易でその取り扱いに熟練を要さず、測定に電力を要しないことの条件を満たしている測定方法として原位置において、地盤に打ち込んだシ

†[1]土木工学科
†[2]崇城大学
†[3]宮崎大学

リンダからの浸透量の非定常変化を測定するものを検討した。また、不飽和土の浸透特性に関する各種パラメータの設定方法を試みた。さらに、北西部地震により液状化災害を起こした原位置しらす地盤へ研究成果を応用した。

2.既往研究による不飽和浸透特性

不飽和帯の浸透を解析するためには、対象とする地盤の境界条件のほかに、不飽和土の浸透特性曲線を必要とする。ここに、地盤中の体積含水率θと大気圧を基準とした圧力水頭ψとの対象関係を示した水分保持曲線、および不飽和浸水係数と飽和透水係数の比 kr とθとの対応関係を示した相対透水係数曲線は、種々の推定式で表現されており、その代表的なもの（(1)～(5)式）を示す[6)]。

Burdine 式

$$Se=\left(\frac{\psi}{\psi_c}\right)^{-\lambda},\ kr=Se^{3+2/\lambda} \quad \text{---------- (1)}$$

Mualem 式

$$Se=\left(\frac{\psi}{\psi_c}\right)^{-\lambda},\ kr=Se^{5/2+2/\lambda} \quad \text{---------- (2)}$$

van Genuchten 式

$$Se=\left\{\frac{1}{1+|a\psi|^{n}}\right\}^{m} \quad \text{---------- (3)}$$

$$kr=Se^{1/2}\left[1-\left(1-Se^{1/m}\right)^{m}\right]^{2} \quad \text{---------- (4)}$$

$$m=1-1/n \quad \text{---------- (5)}$$

ここに、ψ_c：限界毛管水頭(cm) θｓ：飽和体積含水率(m^3/m^3) θｒ：残留体積含水率(m^3/m^3)である。

3.原位置におけるシリンダによる非定常浸透量試験法[6)]

この測定方法の概要を図１に示す。図のように、地用面に打ち込んだシリンダ内の水深を一定に保ちながら地盤中に水を浸透させて、シリンダからの浸透量の時間的変化を測定するものである。シリンダによる非定常浸透量試験を行なうにあたって、事前に現場調査を行なわなければならない。

現場調査を行なう場合、以下の点に注意する必要がある。

・土中に大きな石を含まない場所
・木の根が含まれていない場所

一般の土ではシリンダを打ち込むことが非常に困難なためなるべく障害がない地盤を選ぶことが重要である。また、水が容易に手に入る場所(外側のシリンダには常に水を注入する必要がありマリオットタンクには膨大な水を入れる必要があるため)できるならこの点は満たしておくと便利である。また、雨の降った後は、地盤が多くの水分を含んでいるために、透水量が変わってくるので、雨の降った翌日などは避けた方が良い。

まず、浸透試験準備において場所が確定し地盤を整えた後、浸透試験は、図１に示すように直径 280mm、高さ 350mm のシリンダと直径 450mm、高さ 300mm のシリンダを地盤に二重に打ち込み、内径 360mm のマリオットタンクから注水することによって、内側のシリンダ内の水深を一定に保っておいて行なう。この時、シリンダからの浸透に伴って、マリオットタンクから給水され、タンク内の水深が減るので、タンクに付属したマノメータによってタンク内水深の変化を測定する。その水深変化を用いて、内側のシリンダから地盤への浸透量の非定常変化を求める。

なお、シリンダの打ち込み時には、シリンダと地盤との密着性を保つために、絶えず鉛直に打ち込むように配慮するとともに、打ち込み後には、シリンダと地盤との間にできた隙間に目詰めするために高濃度泥水(ベントナイトのペースト状のもの等)を挿入するなどの必要がある。また同時に打ち込み場所の近くの土を密度、変水位試験用試料として採取しておく。次にあらかじめシリンダ内にビニール袋で遮水した状態で給水する。マリオットタンクはタンク内パイプで底部位置を設定することができるが、タンク内上部の空気圧が大気圧よりも低い状態にならないとシリンダ内の水位を一定に保つ機能を果たせない。したがって、試験

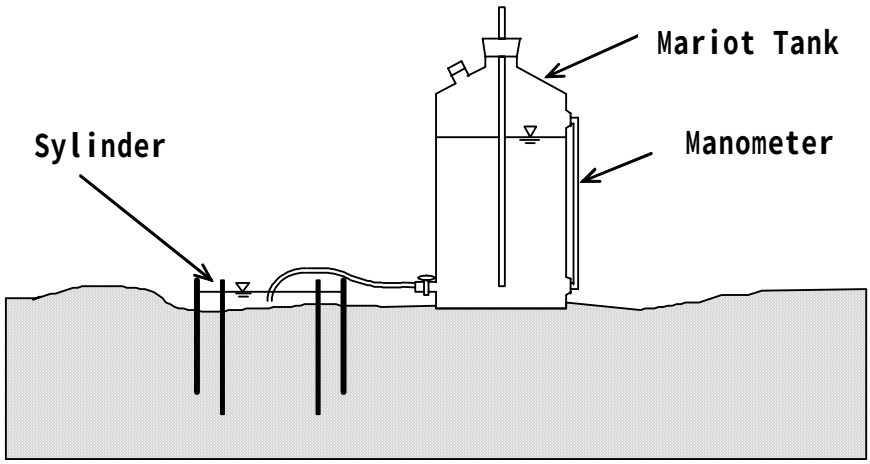

図１　原位置浸透試験装置

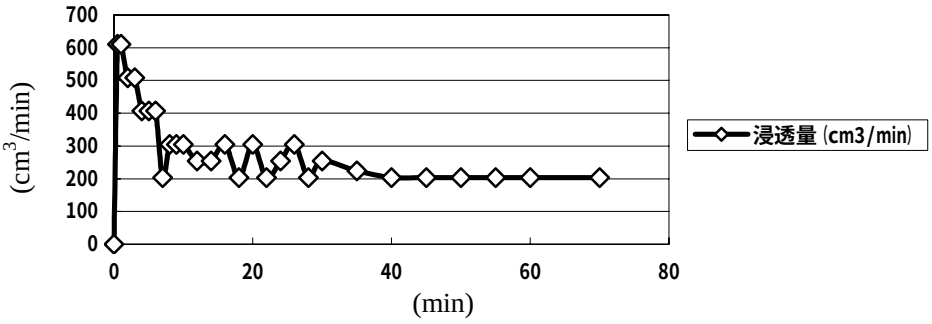

図２　浸透量と浸透時間

準備時にタンクを密閉した状態で排水させて、タンク内に空気を吸い込む音を聞き、機能を果たす状態にあることを確認している。以上の準備が整った後に、給水を開始し、浸透量の測定を行なう。

給水開始は、ビニール袋の底を切開し、同時にマリオットタンクのコックを開け、ストップウォッチをスタートさせた時点から測定を開始した。本測定は、シリンダ内の水深は 20cm であった。測定時の外側のシリンダ内への給水は、その水位と内側シリンダ内の水位との相違が生じないように配慮しながらマリオットタンクとは別に行なった。測定は始めの 0～10 分の間は１分､10 分～30 分の間は２分､30 分～60 分は５分、60 分～120 分は 10 分､以降は 30 分間間隔として測定を行なった。また計測間隔において測定はタンクから供給量が一定になるまで継続した。

4.シリンダによる非定常浸透試験の測定結果

図 2 には、シリンダからの浸透量と時間の関係を示

表１　対象地盤の物性

含水比　w　%	41.8	土粒子密度 ρ_s g/cm^3	2.64
湿潤密度 ρ_t g/cm^3	1.59	間隙比　e	1.35
乾燥密度 ρ_d g/cm^3	1.12	飽和体積含水率 θ_s	0.575
透水係数 k_s　cm/s	4.46×10^{-4}	飽和度　S_r　%	81.48

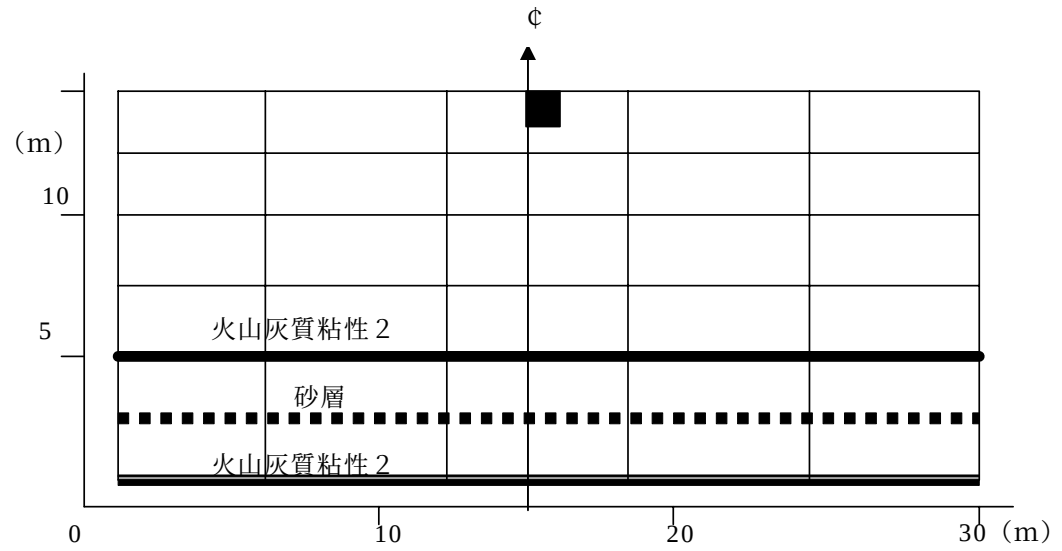

図３　地盤構成図

している。本測定ではマノメータの読み取りを mm 単位の直読みによって行なっているため測定値がばらついているが浸透量は試験開始直後に特に大きな値を示し、時間の経過とともに次第に減少している。測定開始 40 分を過ぎたあたりより一定値を示して定常値化する傾向にあることが分かる。

5.有限要素法による不飽和浸透流の再現

5.1 解析方法

解析を行うために、密度試験、含水比試験、変水透水試験を行いこれらの値をもとに不飽和浸透試験を行う。その結果を表 1 に表す。

表 1 に示した物性値を用いて、まず、図 3 に描いたように粗いメッシュによる不飽和浸透解析を行う。これは、この後に行う不飽和浸透流再現のための解析初期状態の圧力水頭を求めるために、南九州地域の年平均降水量約 2,500mm の内、1,000mm が年間を通じて平均的に分散して定常的に地盤に浸透しているとみなして行っている。この解析により、図 3 に示す黒塗りの部分の圧力水頭を求めたものを利用している。

次に、図 4 に示す対象領域(図 3 中、黒塗り部分)において、原位置浸透試験で発生させた不飽和浸透状況を有限要素法による飽和･不飽和浸透流の数値解析で再現する。これにより、この地盤の不飽和浸透特性を同定した。解析に用いた軸対称鉛直二次元の流れの場における飽和･不飽和浸透流解析の基礎方程式は、中心軸からの水平距を r、基準面からの鉛直上向きを z とする次式で表される。

$$\left(\frac{\partial\theta}{\partial\psi}+\alpha S_0\right)\frac{\partial\psi}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial r}\left(k\frac{\partial\psi}{\partial r}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(k\frac{\partial\psi}{\partial z}+k\right)$$

---------- (6)

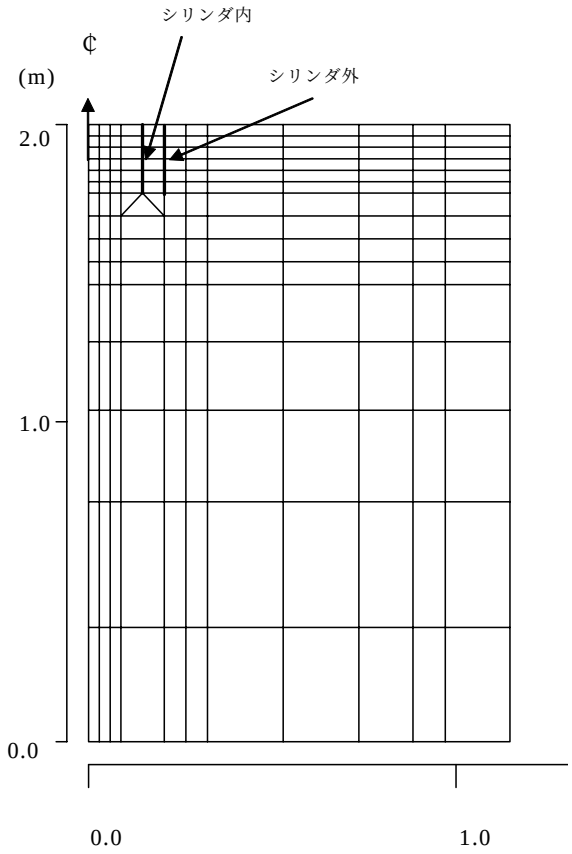

図 4　解析対象領域

ここに、αは飽和領域で 1、不飽和領域で 0 の値を持つ係数、S_0 は比貯留係数、k は透水係数(不飽和流域：k_s（θ）、飽和領域：k_s)
を表している。解析領域は図 4 に示すごとくシリンダ底面部分を密に要素分割し、シリンダから離れるにつれて粗に分割すると要素総数が 149、節点数が 170 となる。この程度の要素数の数値解析は、既設のパソコンレベルで行えるから、後述するように種々の推定式の中で平均な値を示す *van Genuchten* 式を対象として、浸透量の算定値と測定値の残差の平方の和が最小になるようにパラメータを逐次近似しながら同定することとした。

特に前述した *van Genuchten* 式のパラメータの内、飽和体積含水率 θ_s は、原位置で直径 4.6cm、長さ 10cm のシリンダを地盤に打ち込んで採取した不撹乱状態の土について土質試験を行って間隙率を求め、この値と同値であるとみなすことによって決定できる。また、飽和透水係数 k_s は、同様な方法で採取した試料を用いて変水位透水試験を実施することによって決定できる(表 1 参照)。

これらの値から有効飽和度 Se が求められ、次式で定義される。

$$S_e = \frac{(\theta - \theta_r)}{(\theta_s - \theta_r)} \quad \text{---------- (7)}$$

$$\theta = \frac{\rho_d}{\rho_w} \times \frac{w}{100} \quad \text{---------- (8)}$$

求められた Se を次式に代入し、k_r を求める。

$$k_r = S_e^{\frac{1}{2}}\left[1-\left(1-S_e^{\frac{1}{m}}\right)^m\right]^2 \quad \text{-----(9)}$$

この後、求められた諸値を次式に代入することによって、ψが求められる。

$$S_e = \left\{\frac{1}{1+|a\psi|^n}\right\}^m \quad \text{---------- (10)}$$

上記のことをθ_r、a，nを変えk_r、S_eの値を解析ソフト *Soil2F*[6]で解析をし、その解析結果から流速と解析対称領域の面積から浸透量を求め、浸透量の計算値と測定値の残差の平方和が最小になるようにパラメータを逐次近似しながら同定を行う。

5.2 不飽和浸透流の再現

浸透試験結果を参照しながら *van Genuchten* 式のパラメータを逐次修正し、飽和透水係数も適宜修正して解析を進め、図 5 の解析結果を得た。

図より、解析結果の時間的な浸透量の変化は測定結果とよく一致している。このことから、解析で求めた表 2 の値が測定地盤の不飽和浸透特性を表していると考えられる。しかし、この結果が妥当なものであるかは、室内試験によって確認することが必要で今後の課題である。

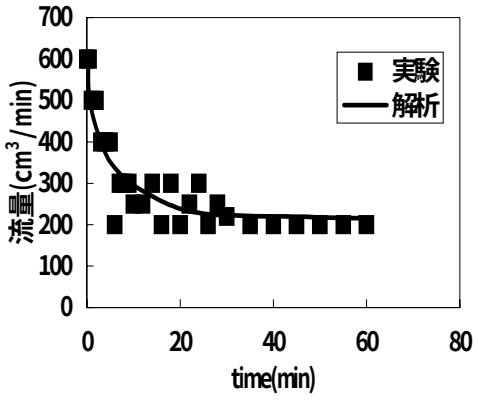

図 5　浸透量の実測値と解析値

表2　*van Genuchten* 式のパラメータ

	解析値
k_r (cm/s)	4.5×10^{-3}
θ_r	0
θ_s	0.575
a	0.6
n	4

6.原位置しらす地盤への研究成果の応用

鹿児島県北西部の薩摩地方を震源とする鹿児島県北西部地震が 1997 年 3 月および 5 月に相次いで発生した。この地震によって鹿児島県北西部地域は、甚大なしらす地盤災害を受けた[1),2)]。

本研究は、内陸山間部で地震による液状化地盤災害を起こした鹿児島県薩摩郡入来町のしらす地盤をケーススタディとして不飽和浸透特性を考慮した地震時災害の評価を行うものである。

6.1 不飽和浸透特性曲線

1997 年鹿児島県北西部地震により液状化地盤災害を受けた入来町の原位置地盤は、物理的性質、化学的性質および土質力学的性質がほぼ一般のしらすと同様であることが山本らの研究[3),4)]により確認されている。このことから入来町の原位置しらす地盤の不飽和浸透特性は既報[5)]で解明したしらす地盤のシリンダによる非定常浸透量試験解析結果を用いた。なお、本不飽和浸透特性は、平均的なしらす地盤の不飽和浸透特性を与える *van Genuchten* 式を採用した。

6.2 原位置地盤の飽和・不飽和浸透流解析

図 6 は、1997 年鹿児島県北西部地震により局所的ではあるが約 80㎝ 地盤沈下するなど、液状化被害が発生した鹿児島県薩摩郡入来町の原位置地盤の土質区分図を示したものである。この液状化被害を受けた地盤は約 30 年前に谷部を付近のしらすにより埋立宅地造成

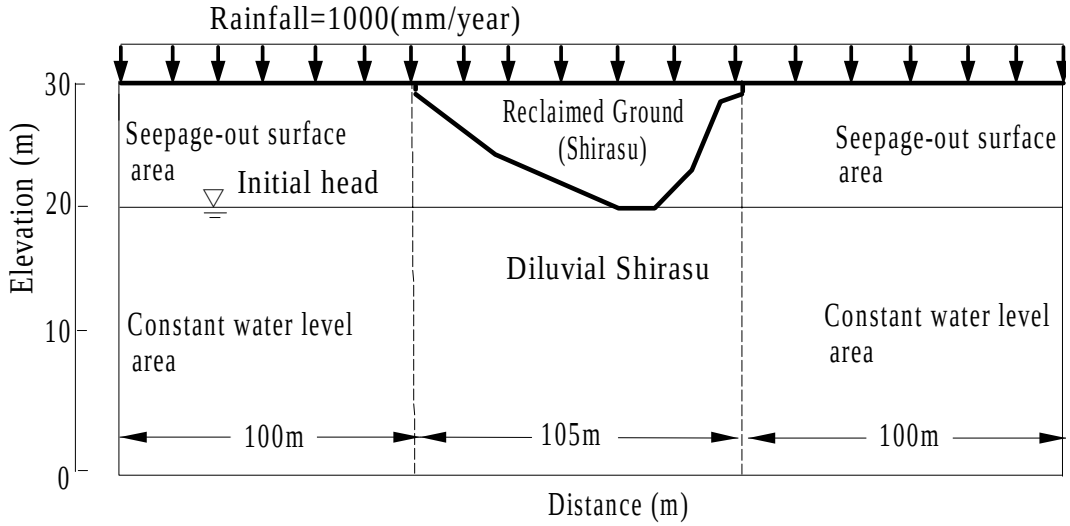

図 6　原位置地盤の境界条件（しらす地盤）

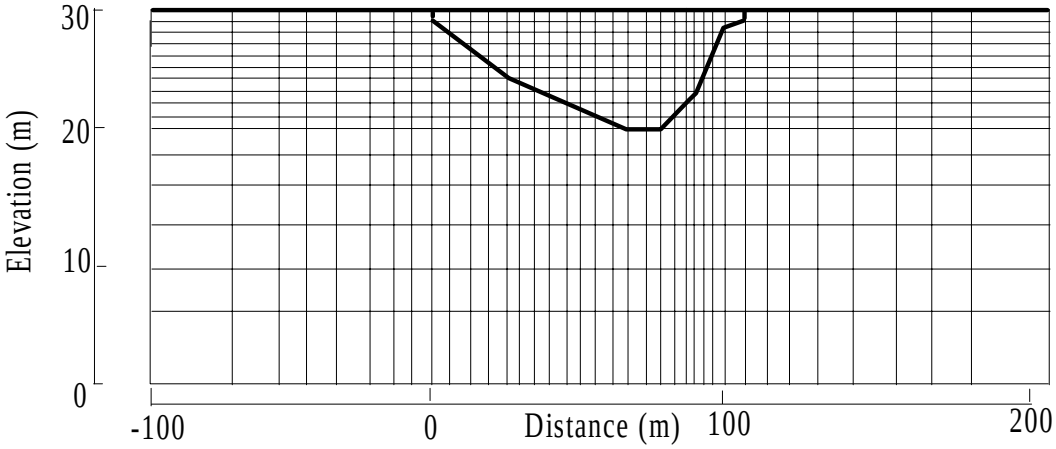

図 7　原位置地盤の要素分割図（しらす地盤）

したものであり埋立地盤最下層部は一次しらす層に境界している。また、谷部を造成していることから地震時には側方流動が懸念される地形となっている。さらに、当埋立しらす地盤は、1993 年の鹿児島豪雨災害時に谷側部分が大規模に侵食・崩壊した履歴を有している。したがって、1993 年の鹿児島豪雨災害以後から 1997 年の鹿児島県北西部地震までの実質 3 年間の降雨によりどれだけ地下水面が上昇し、いかなる上昇速度を示して地下水面形状が形成されたかを知ることが本二次元飽和・不飽和浸透流シミュレーションの目的とするところである。また、これらの地盤の浸透特性の成果は、原位置しらす地盤水位調査と併せて地震応答解析に寄与するものである。

浸透流解析は、一般的に普及している解析プログラムを使用して二次元飽和・不飽和浸透流解析を行うものとし、浸透流解析の対象範囲は、幅 305m 深度 30m とした。また、初期地下水位は、しらす埋立地盤最下部 G.L-10m に設定した。さらに、両端の境界条件は、G.L-10m 以下を固定水位面としそれより深度の浅い部分を浸出面とした。一方、降雨条件は、南九州地域の年平均降水量約 2,500mm の内、1,000mm(0.11mm/h)が年間を通じて平均的に分散して定常的に地盤に浸透しているとみなした。

図 7 は、更に本二次元飽和・不飽和浸透流解析に使用した原位置地盤の要素分割図を示している。要素数は、630 であり、節点数は 669 である。

二次元飽和・不飽和浸透流解析より得られた原位置しらす埋立地盤内に形成された地下水面形状の経年変化を示したものが図 8 である。図から明らかなように、降雨浸透にともなうしらす埋立地盤内に形成された地

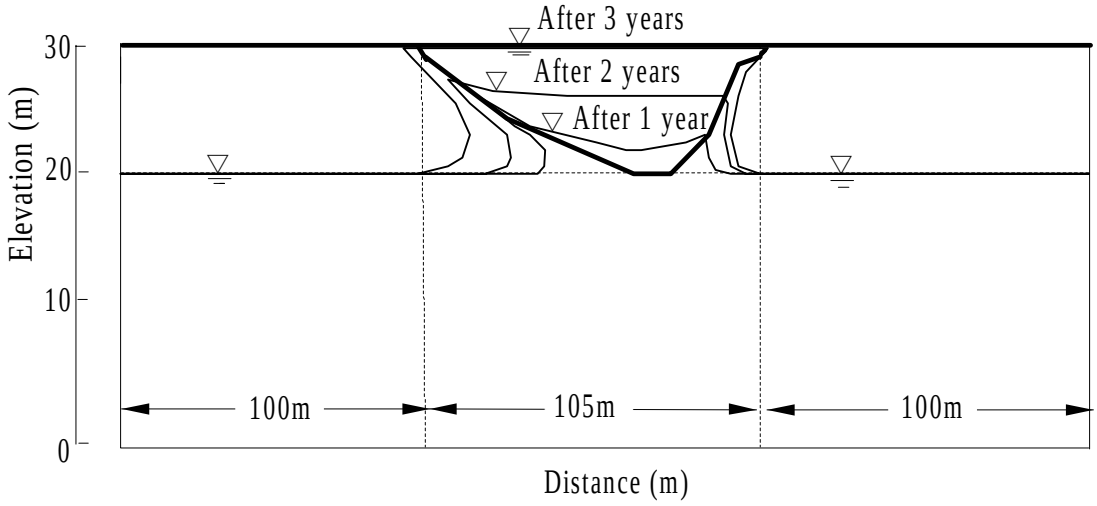

図 8　原位置しらす地盤に形成された経年地下水面形状

下水面形状は、時間の経過とともにしらす埋立地盤下部より上方に順次貯留され、3 年後にはほぼ地表面に到達している。

この降雨にともなった地下水面の挙動は、1993 年の鹿児島豪雨災害により侵食・崩壊した本しらす埋立地盤谷側一部補修以後、実質 3 年後の 1997 年鹿児島県北西部地震時に地表面近くまで水位の上昇が確認されており、二次元飽和・不飽和浸透流解析結果と良く対応している。

これらのことから、1997 年鹿児島県北西部地震によるしらす埋立地盤の液状化災害は、雨水浸透にともなって地表面近くまで地下水面が上昇したことに主要因の一つを考えることができる。

7.あとがき

今回、原位置における不飽和浸透特性と、その測定方法を確立させることを目的とした原位置浸透試験は、シリンダを用いた非定常浸透量試験として行った。得られた結果を以下に要約する。

(1)　原位置に打ち込んだシリンダからの浸透流量の時間的変化を測定して、その流れの場の飽和･不飽和浸透流について数値解析を行い、浸透流量の算定結果が実測結果と一致するように、不飽和浸透特性を決定するうえでシリンダを用いた本非定常浸透量試験法は試験装置も大規模ではなく電力の供給も必要とせず、測定方法そのものが熟練を必要としない簡易な試験法であり、しかも比較的短時間の同定解析ですむ有効な方法であることが明らかになった。

(2)　二次元飽和･不飽和浸透流解析より得られた原位置しらす埋立地盤内に形成された地下水面形状の経年変化から、降雨浸透にともなうしらす埋立地盤内に形成された地下水面形状は、時間の経過とともにしらす埋立地盤下部より上方に順次貯留され、3 年後にはほぼ地表面に到達することが解明された。この降雨に伴った地下水面の挙動は、1993 年の鹿児島豪雨災害により浸食・崩壊したしらす埋立地盤谷側一部補修以後の実質 3 年後の 1997 年の鹿児島県北西部地震時には地表面近くまで水位の上昇が確認されており、二次元飽和・不飽和浸透流解析結果と良く対応することが明らかになった。

これらのことから、1997 年鹿児島県北西部地震による当しらす埋立地盤の液状化災害は、雨水浸透にともない地表面近くまで地下水面が上昇したことに主要因の一つを考えることができる。

参考文献

1) 橋本 勇：鹿児島県北薩摩地方の時代未詳層群の層序と構造、九州大学教養部地学研究報告、8、pp.47-62、1962.
2) 米田 茂夫、岩松 輝：鹿児島県北薩地方の四万十層群の層序と地質構造、地質学雑誌、93、pp.881-895、1987.
3) 山本 哲朗、岡林 巧、久保 敬作、松本 直、郷 健一、宮部 智之：1997 年鹿児島県北西部地震・同第２北西部地震による被害調査、地盤と建設、Vol.15、No.1、pp.57-73、1997.
4) 岡林 巧、兵動 正幸、村田 秀一、山本 哲朗、中田 幸男、北村 良介、小林 孝洋、藤井 照久、日下部 伸：1997 年鹿児島県北西部地震および同第２北西部地震による液状化地盤災害、自然災害西部地区部会報・論文集-22 号、pp.21-28、1998.
5) 岡林 巧：しらす地盤の不飽和浸透特性と非排水せん断挙動、鹿児島工業高等専門学校研究報告、34、pp.29-37、1999.
6) 杉尾 哲、岡林 巧：原位置におけるしらすの不飽和浸透特性とその測定法の検討、土木学会論文集、No.503/Ⅱ-29、pp.39-47、1994.

トラークル「夢のなかのセバスティアン」（1）

保坂　直之[+]

Georg Trakls „Sebastian im Traum“(1)

Naoyuki HOSAKA

Die zweite Sammlung der Dichtungen Georg Trakls, „Sebastian im Traum“ (1915), besteht aus fünf Zyklen. Der erste Zyklus „Sebastian im Traum“ hat fünfzehn Dichtungen, der zweite, „Der Herbst des Einsamen“, acht, der dritte, „Siebengesang des Todes“, fünfzehn, der vierte, „Gesang des Abgeschiedenen“, elf Dichtungen. Der letzte Zyklus besteht aus einem Prosagedicht, dessen Titel „Traum und Umnachtung“ ist.

Jede Dichtung ist ein selbständiges Werk, wenn auch ein kurzes, kleines. Doch eine Gedichtsammelung, zu der die kleinen Werke zusammengefügt werden, ist auch ein Kunstwerk für sich. Darin hat die Anordnung der einzelnen Dichtungen eine künstlerische Bedeutung. Seit dem Sommer 1912 versuchte Trakl, zwei Gedichtsammelungen, „Gedichte“ (1913) und „Sebastian im Traum“ zu veröffentlichen. Bei der Anordnung der Dichtungen beschäftigten ihn wohl die Kontakte mit den Freunden der literarischen Gruppe, „Der Brenner“.

Bei der Erläuterung der einzelnen Dichtungen in seiner zweiten Gedichtsammelung will ich versuchen, klar zu machen, was für eine Absicht der Dichter bei der Anordnung der abhängigen Dichtungen hat, und was für einen Einfluß sie darauf hat. Durch die Untersuchnung der Gesichtspunkte in der Gestaltung der Gruppendichtungen kann die appositionelle Tendenz der Bildsprache Trakls weiter verdeutlicht werden.

Keywords：Trakl; Metapher; Bild; Figur; Image; Zyklus; Sebastian im Traum

トラークルは自らの作品として二つの詩集を公にしている。最初の詩集、『詩集（*Gedichte*)』を出版する際の契約に、「この後 5 年以内に書かれた（ゲオルク・トラークルの）創作物については、第一に（版元である）クルト・ヴォルフ社に提供する義務があり、その際同社が作品に対する先買権を有する」旨の条文があった[1)]。『詩集』は 1913 年 7 月に出版されたが、トラークルはこの規約に従い､そのわずか 8ヶ月後の 1914 年 3 月に、第二詩集である『夢のなかのセバスティアン（*Sebastian im Traum*)』の原稿一式をクルト・ヴォルフ社に送付している。続く 6 月にオーストリア・ハンガリーはセルビアに宣戦布告し、トラークルは 8 月に出征して 11 月に現在ポーランド領であるクラカウで亡くなる。『夢のなかのセバスティアン』が出版されたのは翌 1915 年春のことなので、戦地でも校正刷りの確認に余念のなかったトラークルではあるが、自らは完成された第二詩集を見ることはできなかった。

Walther Killy, Hans Szklenar 編集の全集版[2)]では、詩作品は『詩集』、『夢のなかのセバスティアン』という二つの詩集それぞれの作品配列による章と、1914 年から 15 年にかけて『ブレンナー』誌に掲載された、一見するとヘルダーリンの自由韻律讃歌に似て見える詩群とに三分される。これに属さないものは「その他」、「遺稿」等の章に成立時ごとに整理されて置かれている。

詩集はそれ自体として一つの作品であり、そこに含まれる一つ一つの詩作品の配列順序には特別の意味がある。「年代順にだけはしないでくれ」と、トラークルが編者を買って出た友人に頼んだのは当然であろう[3)]。この友人・ブシュベックは、配列には口をはさまない旨の返事を送ったが[4)]、そもそもトラークル自身が作品配列についての友人の意見を受け入れる余地もあるような口ぶりであることから考えると、『ブレンナー』誌の同人仲間などの意見も聞きながら、1912 年夏以降

の、最初の詩集の出版計画時以来、一つの作品を作るという意味での配列作業に取組んでいたのだろうと推察できよう。『詩集』が完成するまでに、ブシュベックあるいは出版元に作品の入れ替え、連作詩への構成の変更[5)]、位置の変更[6)]、組み版レイアウトへの指示[7)]などを行っている。また、『夢のなかのセバスティアン』では、原稿送付の 1 ヶ月後に章立てを三部構成から五部構成に変更し、詩の削除や位置の入れ替えを申し入れている[8)]。

その結果、大小 50 篇の詩からなる詩集『夢のなかのセバスティアン』は、五つの詩群によって構成される「作品」となった。最初の章は詩集全体と同じ表題の「夢のなかのセバスティアン」で、15 編の詩が配され、続く「孤独な人の秋（Der Herbst des Einsamen）」は 8 編、「死の七つの歌（Siebengesang des Todes）」が 15 編、「離別した人の歌（Gesang des Abgeschiedenen）」が 11 編の詩で構成されている。最終章は「夢と狂気（Traum und Umnachtung）」と題する散文詩である。

このように構成された詩集での、作品配列の意図と個々の詩作品との関係を読み解くことが本稿の目的の一つである。もう一つの目的は、トラークルの比喩の描法の問題を解く手がかりを、詩集への構成意図に探ることである。それが本当に隠喩と呼べるのかどうかも含めて、問題を含むトラークルの比喩の性質を、「作品群」という単位に目を向けることで解き明かしたい。そのためには『夢のなかのセバスティアン』という名の、50 編の作品の一つ一つを検討する必要がある。

KINDHEIT

Voll Früchten der Hollunder; ruhig wohnte die Kindheit
In blauer Höhle. Über vergangenen Pfad,
Wo nun bräunlich das wilde Gras saust,
Sinnt das stille Geäst; das Rauschen des Laubs

Ein gleiches, wenn das blaue Wasser im Felsen tönt.
Sanft ist der Amsel Klage. Ein Hirt
Folgt sprachlos der Sonne, die vom herbstlichen Hügel rollt.

Ein blauer Augenblick ist nur mehr Seele.
Am Waldsaum zeigt sich ein scheues Wild und friedlich
Ruhn im Grund die alten Glocken und finsteren Weiler.

Frömmer kennst du den Sinn der dunklen Jahre,
Kühle und Herbst in einsamen Zimmern;
Und in heiliger Bläue läuten leuchtende Schritte fort.

Leise klirrt ein offenes Fenster; zu Tränen
Rührt der Anblick des verfallenen Friedhofs am Hügel,
Erinnerung an erzählte Legenden; doch manchmal erhellt sich die Seele,
Wenn sie frohe Menschen denkt, dunkelgoldene Frühlingstage.

幼い日々

いっぱいのニワトコの実　幼い日々は穏やかに
青い穴に住んでいた　過ぎた日の小道のこと
今は野草が茶色にざわめくその場所のことを

静かな枝は想っている　葉音が聞こえる

青い水が岩で鳴っても　同じような音に聞こえる
クロウタドリの嘆きはやわらかい　太陽は秋めいた丘から転げて
そのあとを羊飼いが無言で追う

青い一瞬は心のことにすぎない
森のはずれにおびえた獣が現れる
谷間では古い鐘と不吉な村落がのどかに静まる

おまえは前よりも敬虔で　暗い年月の意味がわかる
さびしい部屋の冷たさと秋の意味が
そして神聖な青のなかを　光る足音がいつまでも鳴る

開いた窓が静かに音を立てる
丘の辺の荒れた墓地を眺めたり
聞かされた物語を思い出せば　涙が流れ　それでもときおり心は明るくなりもする
楽しげな人たちのことや　暗い金色の春の日々を想うときには[9)]

詩集全体の立ち上がりの位置におかれた詩では、子供時代が追想されている。扉を開いた直後にある詩が、詩集というひとまとまりの構造に及ぼす影響は大きい。過去の体験を追想する、という発想の枠組みが、五通りの詩の連なりを配置することによって構成される詩集の全体を一くくりにしているということを、Kindheit（子供時代）を表題にしたこの詩を最初に置くことで示しているとも考えられる。同時にこの詩は、古代ローマの殉教者・聖セバスティアンの名にちなむ章の入り口でもある。おそらく、この詩の郷愁の感情と、射殺された古代のキリスト者とをないまぜにする視点が、15編の作品からなる詩群を貫いている。

詩のなかに入って、具体的な表現方法を確認したい。まず時制については、最初の動詞、（幼い日々が青い洞穴に）「住んでいた（wohnte）」だけが過去形で、以下はすべて現在時制である。ニワトコ[10)]の樹が黒い実をつけ、路傍の草が枯れる秋のころを現在として、過ぎ去った子供時代の思い出について思いをめぐらせる、というのがこの詩の大枠のようだ。葉のそよぎやクロウタドリ[11)]の悲しげに聞こえる鳴き声、沈んでいく秋の太陽によって、追憶の感情が刺激される。過ぎ去った日々を思う感傷の気分を地に置いて、その気分に連なる題材を自然形象から選んで並べるのがこの詩の造作と見える。

多くの人が指摘しているように、トラークルが詩人として実質的に活動する5年間のうちの前半の詩では、ロマン派の自然抒情詩の雰囲気や、ある感情に連なるイメージの統一感を守る印象派風の手つきが見られる。秋、落葉、黄昏の弱い光と静けさなどは、それ自体が印象派の抒情詩に特徴的な題材である[12)]。そうした材料を並べて、滑らかで均質な描写を目指す印象主義から、壊れた世界を前にした主観的心情の表現を図る表現主義に至る文学史的変遷を、個人の様式変化に投影させるのがトラークル批評の定説であるようだ[13)]。

その視点に沿って言えば、この詩はどうやら印象派風の詩、ということになりそうである。追憶をする時点である秋の季節感は、静寂の印象で統一されている。「穏やかに、静かな、柔らかく、平穏に、休む、そっと」（ruhig, still, sanft, friedlich, ruh(e)n, leise）などの語をまんべんなく散りばめることで、一貫した静穏の気配がもたらされるようだ。ただし、静寂といっても、人間が言葉を発しない、という意味での静寂になっている。草叢、樹の葉叢は風に鳴り、水音が聞こえ、クロウタドリは鳴く。風景世界は当たり前に音を放っているのに、そのなかにある羊飼いや、「おまえ」は無言のまま歩き、黙ったまま涙を流している。単に静かな秋を描いているのでなく、人間から言葉を奪う何かがあるような、どことなく不気味に異化された秋の静けさである。「静寂」、「静かな」を意味するドイツ語のStille、stillだけでも、この詩集での使用は58回に及び、扉の詩の不思議な静けさは作品群全体を貫くものでもあるようだ。

ところで、この追憶の詩において、思い出の幼年時代の出来事は直接に記述されているのだろうか。最初の二つの詩節は、秋の日の現在の情景を描いているように見える。追憶する時点を、「今となっては野の草が風に吹かれる…」現在と定めて、この現時点において風音を聞き、クロウタドリが鳴く声を聞き、沈む太陽を見ている。現在を過去とのつながりのなかで感じとるということが、郷愁の念の正体であるようだ。しかし、9 行目の「青い一瞬」というメタファーを転機として、その後の「森のはずれ」、「おびえた獣」、「鐘の音」、「村落」らは、その秋の日に目に入り、耳に聞こえるものではないように見える。裏に意味のある隠喩なのか、それとも直接の描写の対象であるのかが摑みにくい。これはそもそも「青い一瞬」という比喩が、比喩表現を「B のような A」（A wie B）としたときの A にあたる主意を摑みにくい比喩であることからくるように思える[14)]。

B にあたる比喩イメージ、「青い一瞬」の意味を摑もうとすると、どうしてもここでの「青」という色彩語の働きが気になる。「青」はこの詩のなかで、2 行目の「青い穴のなかに住む」、5行目の「岩のなかで青い水が鳴る」、13 行目で「足音が神聖な青のなかで鳴り続ける」を含めて 4 回も使われる。その内の最初の「青い穴のなかに住む」という比喩イメージが、子供時代の印象を描写している。四つの「青」が、いずれも過去の子供時代に連なるイメージであることを示す共通のラベルのようにして働いていると見たらどうなるであろうか。たとえば、「青い一瞬」を過去への郷愁の念がこみ上げてくる時のこと、その郷愁の物思いは多かれ少なかれ心のなかの出来事である、という主張を 9 行目の意味としてみるということである。そうすると、岩のなかで鳴る音はかつて聞いたことのある音のイメージで、実際に聞こえている枝のざわめきと、過去と現在という視点で対比され、この二つの対立する時点を同じ音として混ぜ合わせることで郷愁の念を表すという趣向を読むことになる。光る足音はかつて冷たい部屋で聞いたことのある誰かの足音で、それが秋の日の現在にも聞こえる、という意味に「鳴りつづける」（läuten ... fort）を理解することになれば、統一的な展開を描けそうである。

敢えて臆断が混じることを覚悟すれば、たとえば以下のような展開が粗描きできるかもしれない。（第 1、第 2 詩節）秋、ニワトコの実が幼い日々を思い出させる。風は樹の枝を揺するほど強くはないが、樹木の葉はざわざわと鳴っている。その音は水音のようにも聞こえる。クロウタドリの声も聞こえる。羊飼いが群を連れて戻る夕刻で、陽は傾いている。（第 3、第 4 詩節）こうした秋の景色は心にかつての日々の情景を呼び起こす。かつておびえた獣のように森のあたりを歩いていたことを思い出した。その時は谷の村落の景色が不吉に見えた。敬虔さを深めた今の目で見れば、かつての暗い時期の意味も理解される。かつて冷え冷えとした部屋で孤独であった。その部屋で光る足音を聞いた。今でも足音がありありと蘇る。（第 5 詩節）今は窓辺で景色を見て郷愁の念に浸っている。墓地の景色や聞かされた物語を思い出して涙が流れる。だが、楽しい人たちや、春の日のことを思い出して明るい気分になることもある…

この粗描きは、第 1、第 2 詩節を秋の現在の日の描写、第 3、第 4 詩節を過去の情景の想起、第 5 詩節を再び秋の現在の日の描写として、詩に構造的安定を見ようとするものである。このように見てみると、三部構成の中間部、かつての何かを想起して描いているはずの第 3、第 4 詩節でも、他の詩節と区別せずに動詞の時制を現在のままにしている意図が妥当か否かが気になり始める。過去と現在を一つの比喩イメージのなかで混ぜ合わせる、というのがこの詩の趣向であるのだとしても、そうしたイメージの重複は、単に境界をあいまいにするだけで果たせるのだろうか。もちろん、粗描きの仮説を物差しにして、効果の測定までしようとするのは解釈者の主観が入り込みすぎることであろう。とりあえずはあいまいに重なり合いそうになる過去と現在の像を、そのままに受け取ることが作品に接する態度であるべきであろう。

あるいは、11 行目の「おまえ（du）」が誰を指すのかがあいまいであることに詩的効果を見ることはできるだろうか。過去を追想している詩のなかで、暗い過去を思い出してその意味を推し量る人物である以上、叙情主体、つまり詩人が自らに呼びかける呼称と考えるのが本筋であろう。けれども追想のなかで見え隠れしている、詩人にとって思い入れのありそうな人物、たとえば「光る足音」の人物である可能性はないだろうか。つまりあいまいに見える口吻は、それによって人物と人物との境界を取り払い、人物に人物を重ね合わせるためのものだとしたらどうだろうか。たとえば聖セバスティアンにトラークルが自らを重ね合わせて見せるために必要な手立てであるとしたら。その場合は曖昧さは表現力の弱さなのではなく、目指された表現手段ということになる。

いずれにしてもこの詩にはトラークルが作りこんだものとは違う感じ、作りのゆるさの印象がある程度は付きまとう。おそらくこの詩は作品そのものとしての

価値ではなく、詩集全体もしくは章の扉の位置にあるという事実に合わせて理解するべきものなのであろう。序文、もしくは音楽であれば聴衆の気分を整えるための序曲、目次もしくは内容見出し一覧のようなものとして働いているということである。そうだとすれば、後に来る本当に手を掛けた作品とのつながりをさかのぼって確認するべきであろう。つまり作品群全体に構造体としての意味が与えられているということ、たとえば個々の作品が単独で閉じた世界なのではなく、互いに助け合いながらそれぞれの位置に置かれている可能性があるということである。

もう一つ、比喩という物差しを当ててみることで見えてくることはあるだろうか。冒頭の「子供時代が静かに青い穴のなかに住んでいた」という隠喩は、洗練された比喩のようには見えない。「子供時代」という名詞が重く、抽象的でありすぎることと、「青い穴」の比喩イメージが展開されることなく、立ち消えてしまうことが、鮮明な像を喚起しない理由であろう。9 行目の「青い一瞬」と「心」を直接比較する表現も、詩想の展開を説明するト書のようなもので、鮮明な比喩ではない。第 2 詩節の、「羊飼いが無言で太陽の後を追う」と、その太陽が「秋の丘から転がる」の隠喩には像としての鮮明さがいくらかはありそうである。だが、「いくらかは」と限定する理由は、ここでも表現は孤立していて、たとえば羊飼いの動き、太陽の動きをイメージとして展開させることをトラークルがしていないためである。

そのような目で見ると、「おびえた獣」、「鐘」、「不吉な村落」、「光る足音」、「開いた窓」、「墓地」など、あらゆるものが比喩イメージであり、いたるところ隠喩的であるようでありながら、それぞれが孤立し、断片化し、不親切に並べたてられているようにも感じられる。背景としての静かな秋の夕暮れの雰囲気を壊さないようにという配慮は明らかだが、そのようにして守られた統一的な地の上で、断片化した表現が羅列されているような印象も否めない。どことなく全体が隠喩的であるようでいて、主意を掴みがたく、明らかな比喩の効果を特定できないこと、形象を喚起する力が弱く、不鮮明である印象があること、あるいは比喩と比喩でない表現との区別があいまいなまま交じり合っているような感じは、各イメージの孤立と羅列に起因していると思われる。

「羊飼いが太陽の後を追う」という表現が、何を意味しているのか、という追いかたでは、トラークルの言葉は掴みにくい。たとえば「追う」という動作を、字義通りの「羊飼い」以外の誰かが、何かがしている、あるいはしていると想定されるのでなければ、つまり意味的な構造の並行関係が認められるのでなければ、字義通りの意味から目指された意味への転義としての隠喩と解することはできない。断片的なイメージは、イメージが持ち込む雰囲気、つまり「羊飼い」や「太陽」、「追いかける」という動作が持ち込む連想の連なりの鮮度に賭けた表現である。いわく言いがたい何かを何とか描写しようとして構造的な意味の働きを使おうというのではなく、たとえば既存の風景描写に「何か」の鮮明なイメージをもちこむことで活性化を図るような手法、異化の手段と思われる。ベースとなる何か秋めいた、物寂しい風景像があって、それをささやかな誇張によって異化し、鮮明化するのが比喩めいた表現の実質であると思われる。

この異化は、各断片に位相を変えたつながりを与えるための手段であるとも考えられる。たとえば、光る足音、春の暗い金色の光、陽気な人たちについての思い出などは次々と後続の詩のなかにつながりを作っていく。つまりトラークルの考えるつながりとは、比喩イメージと主意との、意味するものと意味されるものとのつながりではなく、むしろそのつながりを避けて、主意のない比喩イメージ、もしかしたら孤立した断片を結ぶつけることに表現の関心が向いていたように思われる。

続く詩で確認したいのは、このつながりの様子と、このつながりが生む意味である。

STUNDENLIED

Mit dunklen Blicken sehen sich die Liebenden an,
Die Blonden, Strahlenden. In starrender Finsternis
Umschlingen schmächtig sich die sehnenden Arme.

Purpurn zerbrach der Gesegneten Mund. Die runden Augen
Spiegeln das dunkle Gold des Frühlingsnachmittags,

Saum und Schwärze des Walds, Abendängste im Grün;
Vielleicht unsäglichen Vogelflug, des Ungeborenen
Pfad an finsteren Dörfern, einsamen Sommern hin
Und aus verfallener Bläue tritt bisweilen ein Abgelebtes.

Leise rauscht im Acker das gelbe Korn.
Hart ist das Leben und stählern schwingt die Sense der Landmann,
Fügt gewaltige Balken der Zimmermann.

Purpurn färbt sich das Laub im Herbst; der mönchische Geist
Durchwandelt heitere Tage; reif ist die Traube
Und festlich die Luft in geräumigen Höfen.
Süßer duften vergilbte Früchte; leise ist das Lachen
Des Frohen, Musik und Tanz in schattigen Kellern;
Im dämmernden Garten Schritt und Stille des verstorbenen Knaben.[15)]

時祷歌

暗い眼差しで恋人たちが見詰めあっている
ブロンドの　光を放つ恋人たちが　凝視する暗黒のなかで
思いこがれる腕を華奢に絡みあわせている

祝福された女の口が緋色に割れていた
見開かれた眼に映るのは　春の午後の暗い金色
森のはずれと森の黒色　緑色のなかの夕暮れの不安
もしかすると　ことばにできない鳥の飛翔や
不吉な村々　ひとりだけの幾夏をたどる　生まれていない者の小道も映る
衰弱した青のなかから　ときおり息絶えたものが現れる

畑では黄色い穀物が静かにざわめいている
生きることは激しい　大鎌を農夫が鋼（はがね）に振り
大工は巨大な梁を組上げる

秋の葉が緋色に色づく　僧侶の霊が
晴れ渡る日々をさまよい歩く　葡萄は熟れて
広々とした農場の空気はお祭の気分
果実は黄色く熟し香りが甘くなり　陽気な人の笑い声や
日の入らぬ地下室の音楽とダンスは静かだ
暮れていく庭園に死んだ子供の足音がして静まる

腕を絡ませる恋人たちのイメージが、詩の最初に置かれている。恋人たちの眼差しは暗く、二人は望みのない暗闇のなかにいて、互いの眼を見詰めあっている。第一詩節はまた、現在分詞が多用されることと、同じ音を繰り返すリズム（Lieben*den* / Blon*den* / Strahlen*den* の *den*、*St*rahlenden / *st*arrender の *st*、um*sch*lingen / *sch*mächtig の *sch*）**の音楽的効果が目立つ。形の上では「暗闇」を形容している「凝視する**

（starrend）」は、暗闇の様子を示す比喩の形をとりながら、実は恋人たちの眼差しの描写であるかもしれない。文構造の規制から離れていく言葉の暗示力もそもそも文テキストの意味のうちなのだが、ここでは特に詩テキストの修辞としてそうした言外の意味が利用されているように見える。「思いこがれる腕」の sehnend（思いこがれる）も恋人たちのありようを描いているが、腕と恋人たちの関係は身体の部分によって身体の全体を示す提喩の関係にある。この関係が暗闇と恋人たちの関係にも投影されていないだろうか。つまり「暗闇」と「恋人たち」は部分と全体の関係にあると見て、「暗闇」はこの二人の心境を指す比喩と解することもできよう。形によって暗示される意味、つまり修辞的な働きが第一詩節ではさまざまに絡み合っていて、前の詩とは違って作りこんだ印象がある。おそらくすでに扉の詩とは異なる位置的な意味を負っているのであろう。

子供時代を追想する詩から一転して恋人たちのイメージで詩を開始するのは、意外性があるように思えるが、実は扉の詩とこの詩には詩語の連続性が見られる。『幼い日々』は「暗い金色の春の日々（dunkelgoldene Frühlingstage）」への思い出を指摘して詩を終えるが、『時祷歌』の第二詩節で恋人の目に映っているのはおそらくそれと同じ思い出、「春の午後の暗い金色（das dunkle Gold des Frühlingsnachmittags）」である。『幼い日々』の第 3 詩節にある Waldsaum（森の縁）、die (alten Glocken und) finsteren Weiler（暗い村）は、『時祷歌』の第 2 詩節では Saum (und Schwärze) des Walds、(an) finsteren Dörfern として再来する。詩語が共有されていることに従って二つの詩をひとまとまりに読むのであれば、秋の日に郷愁の念にとらわれていた詩人が、ある春の日々を思い出して涙を流した、その春の午後の思い出とは恋人と抱擁した記憶であるらしい、というのが一つの解釈である。詩人が思い出していた「森の縁」のこと、「暗い村」のことも恋人の女性の目に映っているので、どうやらこれらの思い出をこの女性と共有しているらしい。

性愛を暗示する隠喩の後で、「黒色」、「緑色」、「青色」と、説明のない色彩語の名詞が連続して表現が急に抽象的になっているので、詩節の最終行の「息絶えた何か（ein Abgelebtes）」という謎めいた名詞化も意図的な抽象化の結果と思える。こうした抽象絵画を意識したような表現も、字義的な意味の背後にある本当の意味を読み手に捜させるように仕向けているものだが、だからといって隠喩の類と見ることはできるだろうか。隠喩がもしも、いわく言いがたい何かを描写しようとして、比喩イメージによる連想の広がりを用いる表現であるとするならば、抽象語を連続させるこうした方法はむしろそれとは逆で、あらかじめ明確な何かがあって、その明確なものに紗をかけて見えにくくするやり方に思える。背後にある明確な像から焦点を外そうという意図が見えるために、主意と比喩イメージという比喩表現の二つの構成要素間の相互作用を捜すような読み方もできない。一見隠喩的と見える表現だが、隠喩とは指向が逆向きの、体験像を抽象化しようとしての表現であるのであれば、明確な表象を求めるのではなく、「黒色」の語がもちこむ連想を未決定なままに受け入れるべきであろう。

この詩に対してそのような接し方をするのであるならば、「恋人たち」を「ブロンドの、光を放つ（人たち）」という名詞化された複数名詞で言い換えることも（v. 1-2）、言葉で表しがたい何か、誰かをより明らかにするために描写を追加したものと考えるのではなく、blond、strahlend という語を多義的な象徴として「恋人たち」に重ね合わせるに留めておくべきであろう。『幼い日々』での色彩語の「青」が美化された過去を示す目印として働いているのだとしたら、これも語があいまいな象徴として働いている例となる。『幼い日々』の 13 行目の leuchtend（光る）の語が後の詩の「恋人」につながる象徴語として、『時祷歌』2 行目の strahlend（光を放つ）と重なり合うと考えれば、描写的な意味連関から離れた多義的なままの語が物語をつなぐ糸を張り巡らしている様子が見えてくる。『時祷歌』を見た目で『幼い日々』を振り返って眺めれば、冷たい部屋で聞こえてくる足音は、後の詩の「恋人」のものである可能性に思い至る。描写を鮮明にすることよりも、詩語を共有することによって二つの詩をつなごうとする意図が先に立っているように思われる。

第 3 詩節は黄色い麦畑の風景を経て、農夫や大工の仕事が描かれる。第 4 詩節は秋の日の情景描写で、収穫祭のイメージが背後にあるように見えるが、二つの詩節ともども leise（静かに、v. 10, 16）という語が置かれているので、基本の音調はやはりに賑やかさではなく静けさである。恋人たちを描いた暗い二つの詩節が前半、秋の昼間の詩節が後半の二つで、相異なる印象をぶつけ合うようにして前半後半のコントラストを際立たせようとする構成のようだ。また、第 4 詩節にある「陽気な人の笑い（das Lachen des Frohen）」は、前の詩の最終行で追憶されている「陽気な人たち（frohe Menschen）」を受けているように見え、二つの詩のつながりがここでも認められる。

この「つながり」は、des Frohen と frohe Menschen

が同一であることを明示するものではない。語彙をわずかずつ変えることで、もしかしたら同一かもしれないという微妙な関係が暗示されている。かすかな暗示的関係の下に、二つの異なった詩をまたいでいるから、あたかも前の詩を後続の詩の前兆のように見せる。新約聖書のことがらにつながる予言的前兆を旧約の言葉に探る、古代の教父哲学の聖書解釈を思わせる[16]。そこではノアの箱舟が教会につなげられ、モーゼがキリストに先駆的現象としてつなげられる。つながる双方に類似性に基づくメタファーの関係があるように思われるが、箱舟の様子、教会の様子を描写するものではない。strahlend（光を放つ）が恋人たちを描写するよりもむしろ、二つの詩をまたいで何かをつなごうとしているのと同様に、箱舟と教会との間につながりが認められることのほうが重要なのである。対象をありありと描くための表現ではなく、二つの異なるものどうしをわずかな類似性をもとに、同格的につないでみせるということであるから、隠喩という観念をあてはめるのだとしても、隠喩的表現よりも隠喩的関係の指摘と呼ぶのがふさわしい。

尤も、二つの詩をまたぐ「つながり」は不思議な連続感をもたらすものの、箱舟と教会を結びつけるようなある種のカテゴリー違反の意外性がないために、隠喩的、という言葉もなじまないかもしれない。だが形として「つながり」を作ろうとする意志は、この『時祷歌』の詩のなかで異質な要素を重ね合わせようという表現にも見られる。第 2 詩節と第 4 詩節はともにpurpurn（緋色の）という色彩語で始まる。この詩は前半の恋人たちの春の部分と、後半のさまざまな人物像を登場させる秋の部分の対比構成であり、purpurnはその各部分の同じ位置、二つ目の詩節の冒頭に置かれる。並行関係をはっきりと作ろうとする形式意志から見て、この色彩語が単に色の印象を表すものではないことは明らかであろう。『幼い日々』の詩で、「青色」を過去のイメージを束ねる目印と仮定したが、このpurpurnも最初の 2詩節と後半の 2詩節の構造的な並行関係を暗示する目印として働いているようだ。赤紫色に塗られた「口」と秋の木の葉の印象も鮮やかだが、purpurnという語は意味の連想を働かせることに加えて、道具として働かされている。つまり、異なるものをつなぐための道具としてである。ここでは恋人たちの春と、農夫らが働く秋とがつながれ、重ね合わされる。難解な詩に見えないのに意味を捉えがたいというトラークルの詩の特徴は、語が意味を伝える以外の働きも負わされているからだと思われる。それは、ひたすらに、ただ、つなぐ、という働きである。

ただ、つなぐ、ということには、どのような意味があるのだろうか。教父哲学の解釈の場合は、旧約の記述に先触れと解される事象があり、それが予言として成就したことが確認されることで、神意のあまねくことが保障される。神を讃えるという約束が初めにあるために、解釈は確認になる。もしも事前の約束なしに、そうしたつながりかたを隠喩と見るのであれば、箱舟と教会をつなぐことは、あらかじめある教会の何らかの意味を表現するための描写手段ではなく、つながりを発見した後で、箱舟のありようが付加する教会組織の属性を後から発見していくことを求める表現である。眼前に現れた抽象図形の意味を捜し求めるのと同じようにして、比喩の意味を捜すのである。古代の聖書解釈を思い浮かべる連想と、トラークルの生きた時代思潮との接点に、抽象的表現の問題があるのであろう。ただ、つなぐ、という表現は、後から見出されるかもしれない意味に表現を委ねようとすることである。

このつながり方では同格の関係が基本である。イサクの犠牲をキリストの受難の予兆と見るとき、この二つのどちらかが記号で、どちらかを本当の意味として示す関係にあるのではなく、双方は対等で、歴史的現実性を失わないのと同様である[17]。後半の二つの詩節では、「農夫」、「大工」、「僧侶（の霊）」、「陽気な人」、「死んだ子供」の順にさまざまな登場人物が現れる。「恋人たち」を含めてこれらの人物たちを同格的つながりのなかにおき、イサクとキリストのように対等な重ね合わせの関係に並べる構図も見て取れよう。

ただし、「死んだ子供」のイメージだけは特別な意味がこめられているように思われる。「死んだ子供（の静寂）」（Stille des verstorbenen Knaben）が詩の最後に置かれていることは、purpurn（緋色の）の色彩語がしたのと同様に、第 2 詩節末尾の「息絶えたもの」（ein Abgelebtes）と組んで、構造的な並行関係を示す働きをしていると考えられる。第 2詩節、第 4 詩節とも、purpurnに始まって死んだもの、死んだ子で閉じられる。二つの死者のイメージは、「暗い金色の春の日々」と「春の午後の暗い金色」が二つの詩をまたいで、つかず離れずの微妙な関係でつながりながら、同一性を暗示するのと同じように、同一の何かであることが語の位置的な意味によって示される。

『時祷歌』の前半、後半それぞれを死者のイメージで閉じている以上、「死んだ子供」の存在がこの詩の通奏低音になっている。だがその死者が現実とは別の世界に置かれているのではなくて、同格的な登場人物たちと同じ画面上に並べ置いて、生者との区別をなくしてつないでいることがこの詩の意匠であろう。表題が

含む祈りの意味は、死者の近さと関連付けられよう。

注

１）HKA（Georg Trakl: Dichtungen und Briefe. Historisch-Kritische Ausgabe）, 2., Ergänzte Auflage. Salzburg 1987, Bd. 2, S. 687f.

２）同上、HKAを指す。

３）Brief 45, HKA Bd. 1, S. 497: Falls Du eine andere Anordnung der Gedichte für angezeigt halten solltest, bitte ich Dich sie nur nicht chronologisch vorzunehmen.（仮にきみがこれとは別の詩の配列がふさわしいと考えたのだとしても、年代順にだけはしないでくれ）

４）友人Buschbeckの手紙より。HKA Bd. 2, S. 750f. 及び、vgl. Georg Trakl: das dichterische Werk. Auf Grund der historisch-kritischen Ausgabe von Walhter Killy und Hans Szklenar. München 1972, S. 259.

５）Brief 61, HKA Bd. 1, S. 506.

６）Brief 77, HKA Bd. 1, S. 515.

７）Brief 80, HKA Bd. 1, S. 516.

８）Vgl. HKA Bd. 2, S. 610, u. Brief 120, HKA Bd. 1, S. 538f.

９）HKA, Bd. 1. S. 79.

１０）ニワトコ（Holunder）は、潅木状の植物、暗緑色で毛羽立った葉で、黄色っぽく白い花を咲かせる。つややかで黒い実をびっしりとつける。

１１）クロウタドリ（Amsel）は、雄は黒い羽で黄色い嘴、雌は茶色い羽、歌声は美声とされる。黒ツグミ（Schwarzdrossel）とも。

１２）Vgl. Sengle, F. : Moderne deutsche Lyrik von Nietzsche bis Enyensberger. Heidelberg 2001, S. 180ff.

１３）Vgl. Martini, F. : Deutsche Literaturgeschichte. Stuttgart 1977. S. 539. これに反してDopplerの主張は、トラークルの詩の手法の変化を、いわゆる印象主義から表現主義への移行というありがちな枠に当てはめて見ることに抗している。下記引用中の、「ある瞬間の刺激を言語的にしかと留めておくこと」とは印象主義の手法を指す。Vgl. Doppler, A.: Die Lyrik Georg Trakls. Beiträge zur poetischen Verfahrensweise und zur Wirkungsgeschichte. Salzburg 2001, S. 18: ... er wollte auch nicht den Reiz eines Augenblickes sprachlich festhalten, weil er nicht auf die Darstellung der sinnlichen Wirklichkeit zielte, sondern vom Anfang an und bis zuletzt bemüht war, die vorliegende Wirklichkeit in künstlerisch-sprachliche Zeichen zu verwandeln.

１４）「主意（tenor）」は「媒体（vehicle）」とともに、I. A. リチャーズ『新修辞学原論』石橋幸太郎訳（南雲堂）1961、89頁以下における訳語。この呼称の導入はBedeutung, Metapher, Ausdruck, Vergleich, Gegenstand, Figur, Bild などのさまざまな術語による混乱を避けるためのこととも言える。Vgl. Richards, I. A. : Die Metapher. In: Theorie der Metapher. Hg. von Anselm Haverkamp. Darmstadt 1996. S. 31ff, besonders S. 36ff.

１５）HKA, Bd. 1. S. 80.

１６）Vgl. Auerbach, E. : Figura. In: ARom XXII. 1938, S. 451, u. R. D. Schier: Die Sprache Georg Trakls. Heidelberg 1970, S. 61.

１７）Vgl. Auerbach, E. : Typological symbolism in medieval literature. In: Gesammelte Aufsätze zur romanischen Philologie. Bern 1967, S. 111.

鹿児島工業高等専門学校
研究報告　39（2004）
37～47

研究業績

2003年4月1日 ～ 2004年3月31日
ゴシック　本校の発表者　　*印　講演発表者

機械工学科

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
益本広久* 松田日出彦 西尾一政 **池田英幸**	WC基超硬とSUS304の接合	平成15年度溶接学会九州支部研究発表会　講演概要集　溶接学会九州支部　福岡　溶接学会九州支部　2003-7　pp.5~8
益本広久* 西尾一政 松田日出彦 **池田英幸**	Mo,TaおよびWとステンレス鋼の拡散接合	第64回界面接合研究委員会資料　界面接合委員会　東京　溶接学会　2003-9　第64回　pp.1~28
西尾一政 益本広久 松田日出彦 **池田英幸**	タンタルとチタンの拡散接合	溶接学会論文集　溶接学会　東京　溶接学会　2003-5　第21巻　第2号　pp.303~309
江崎秀司 **宇田和弘***	管群における急収縮損失特性	日本機械学会九州支部・中国四国支部合同企画　鹿児島地方講演会講演論文集　日本機械学会九州支部　鹿児島　日本機械学会九州支部　2003-11　No.038-2　pp.175~176
江崎秀司 **小松山明宏** **馬場園直史** **森　寛太***	水素吸蔵合金を用いた水道水冷却装置の開発	第9回高専シンポジウム講演要旨集　大牟田　高専シンポジウム協議会　2004-1　p.181
小松山明宏* **森　寛太** **馬場園直史** **江崎秀司**	水素吸蔵合金による水道水の冷却特性	第6回化学工学会学生発表会研究発表講演要旨集　大牟田　化学工学会人材育成センター　2004-3　p.21
田畑隆英* 李　輝 **中島正弘** 野崎　勉	傾斜回転切断面をもつ円管から流出する噴流	日本機械学会2003年度年次大会講演論文集　日本機械学会　徳島市　日本機械学会　2003, August (II), No.03-1　pp.141~142
Masahiro NAKASHIMA **Takahide TABATA** Hui LI Tsutomu NOZAKI	Circular Wall Jet Issuing along a Cylinder (Wavelet Analysis and Flow Visualization)	Journal of Flow Visualization and Image Processing Wen-Jei Yang, R.Reznicek, S. Mochizuki New York Begell House 2003 Vol.9, No.4 pp.333~346
Masahiro NAKASHIMA **Takahide TABATA** Hui LI* Tsutomu NOZAKI	Wavelet Multi-Resolution Image Analysis on a Jet Issuing from Rotating Inclined Section	Proceedings of 4th ASME/JSME Joint Fluids Engineering Conference American Society of Mechanical Engineers Hawaii American Society of Mechanical Engineers 2003, July

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
Masahiro NAKASHIMA* **Takahide TABATA** Hui LI Tsutomu NOZAKI	Study on Jet Flow Issuing from Pipe with Rotating Inclined Section	Proceedings of 4th ASME/JSME Joint Fluids Engineering Conference American Society of Mechanical Engineers Hawaii American Society of Mechanical Engineers 2003, July
Masahiro NAKASHIMA* **Takahide TABATA** Tsutomu NOZAKI	Flow in Vortex Chamber Oscillation Device	Proceedings of 4th ASME/JSME Joint Fluids Engineering Conference American Society of Mechanical Engineers Hawaii American Society of Mechanical Engineers 2003, July
Masahiro NAKASHIMA* **Takahide TABATA** Tsutomu NOZAKI	PIV Analysis of Flow in Fluidics-type Sprinkler	Proceedings of 7th Triennial International Symposium on Fluid Control, Measurement and Visualization Belforte G. Sorrento, ITALY Belforte G. 2003, August
中島正弘 **西田　雅*** **田畑隆英** **野崎　勉**	噴流の拡散制御に関する研究	日本機械学会九州支部・中国四国支部合同企画鹿児島地方講演会講演論文集 日本機械学会九州支部 鹿児島市 日本機械学会九州支部 2003-10 No.038-2 pp.119～120
中島正弘 **田畑隆英*** **李　輝** **野崎　勉**	傾斜回転切断面をもつ円管から流出する噴流	可視化情報 可視化情報学会 東京都 可視化情報学会 2003-7 Vol.23, Suppl. No.1 pp.79～80
中島正弘 **中野雄太*** **田畑隆英** **野崎　勉**	傾斜切断面をもつ円管群から流出する噴流	日本機械学会九州支部総会講演会講演論文集 日本機械学会九州支部 佐賀市 日本機械学会 2004-3 No.048-1 pp.293～294
中島正弘 **西田　雅*** **田畑隆英** **野崎　勉**	噴流の拡散制御に関する研究	日本機械学会九州支部総会講演会講演論文集 日本機械学会九州支部 佐賀市 日本機械学会 2004-3 No.048-1 pp.295～296
引地力男 **油田功二** **東川内久志** **原田正和** **上野孝行** **西原紀男**	最新の加工技術に適応できる技術者の育成のための工作実習の授業の工夫	鹿児島工業高等専門学校研究報告 鹿児島 鹿児島工業高等専門学校 2003-08 38 pp.15～22
Rikio HIKIJI Eiji KONDO Norio KAWAGOISHI Minoru ARAI	Generation Mechanism of Work Hardened Surface Layer in Metal Cutting (Study of Mechanical Factors Acting on Depth of Work Hardened Surface Layer Using Calculation Model)	Shigeho TANAKA Tokyo The Japan Society of Mechanical Engineers 2004-03 47(1) pp.405～411

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
引地力男* **原田正和** **吉丸日出紀** **河野良弘** 近藤英二 新井実	非鉄金属の二次元切削における加工硬化層の深さに関する研究	2003年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集 富山 精密工学会 2003-10 p.118
引地力男*	管内走行ロボットのメカニズムに関する研究	2003年度精密工学会九州支部大分地方講演会講演論文集 大分 精密工学会 2003-11 pp.61~62
引地力男* **河野良弘** 近藤英二 新井実	切れ刃の丸みが加工硬化層の深さに及ぼす影響	2004年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 東京 精密工学会 2004-03 pp.541~542
Toshiyuki Misumi Koji Suzuki Kenzo Kitamura	Fluid Flow and Heat Transfer of Natural Convection Around Large Horizontal Cylinders − Experiment with Air	Heat Transfer Asian Research U.S.A Wiley Periodicals, Inc. 2003-06 32(4) pp.293~305
北村健三* 山本 直樹 **三角利之**	垂直な加熱流路内を流れる自然対流の流動と伝熱	第40回日本伝熱シンポジウム講演論文集 (CD − ROM) 広島市 日本伝熱学会 2003-05 p.E212
持原 稔 **南金山裕弘** 外本和幸 吉良章夫 藤田昌大	水中衝撃波の圧力作用による金属板のせん断過程に関する研究	平成１５年度塑性加工春季講演会講演論文集 塑性加工学会 舟橋市 塑性加工学会 2003-5 pp.179~180
Takaaki Yamada* Keigo Watanabe Kazuo Kiguchi	Evolutionary Acquisition of Handstand from Backward Giant Circle by a Three-Link Rings Gymnastic Robot	Proceedings of 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2003) Taipei, Taiwan The IEEE Robotics and Automation Society 2003-9 pp.779~784

電気電子工学科

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
古賀亜彦	COMETシミュレータの作成	鹿児島工業高等専門学校研究報告 鹿児島 鹿児島工業高等専門学校 2003-08 38 pp.23~30

電子制御工学科

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
中西賢二 **植村眞一郎** 上谷俊平 山下康平	型鍛造における形状転写機能向上をはかる塑性流れ制御法に関する研究	第５４回塑性加工連合講演会 日本塑性加工学会 香川県香川町 日本塑性加工学会 2003-11 pp.161~162
加藤 和夫* 山崎 慶太 佐藤 智也 芳賀 昭 **鎌田 清孝** 宮本 正明 兼子 仁 三枝 博	磁気試験設備設計のための人工磁気擾乱の距離特性に関する検討− その２．変動磁気ノイズ源についての検討 −	応用磁気学会 応用磁気学会 大阪 応用磁気学会 2003-9 p.307

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
古市浩隆* 竹之内忍 鎌田清孝 湯ノ口万友	末梢神経磁気刺激における不均一媒質境界の影響	電気関係学会九州支部第56回連合大会講演会論文集　電気学会　熊本　電気学会　2003-9 pp.05～1P
鎌田清孝* 湯ノ口万友 芳賀昭	電化住宅の漏洩磁場に関する検討～電気式床暖房器具～	電気関係学会九州支部第56回連合大会講演会論文集　電気学会　熊本　電気学会　2003-9 pp.05～1A
鎌田清孝 芳賀昭 *	オールメタル対応型電磁調理器から発生する磁界測定	電子情報通信学会技術研究報告　東京　電子情報通信学会　2004-1　EMCJ2003-124～150 pp.99～104
鎌田清孝* 芳賀昭	オールメタル対応型ＩＨ調理器の磁界測定	平成16年度電気学会全国大会講演論文集 電気学会 東京 社団法人電気学会 2004-3 pp.199～200
鎌田清孝 芳賀昭* 沖津隆志 村松和弘	環境電磁界の評価　－電磁調理器から生ずる漏洩磁界の測定と磁場解析－	日本AEM学会第13回MAGDA Proceedings of MAGDA Conference in Sendai-Conference on 宮城・仙台 日本AEM学会 2004-3 pp.207～212
河野良弘* 引地力男 山下俊一 左敦穏	工作機械構造の熱変形に対するインプロセス制御	2003年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集　富山　精密工学会　2003-10　p.607
河野良弘 左敦穏 小倉拓* 山下俊一 引地力男 吉満真一	回転工具の実撮影位置に関する研究	2003年度精密工学会九州支部大分地方講演会講演論文集　大分　精密工学会　2003-11　pp.11～12
河野良弘 南　晃 吉満真一 左敦穏 政　翼	Behavior Monitoring of Small-diameter Milling-cutter during High-speed Milling	Key Engineering Materials, Switzerland Trans Tech Publications Ltd 2004 Vols. 259-260 pp.165～169
米澤 祐也* 岸田 一也 宮島 廣美	遺伝的アルゴリズムを用いたマルチエージェントシステムの構築	第１９回ファジィシステムシンポジウム 日本知能情報ファジィ学会 大阪 日本知能情報ファジィ学会 2003-9 pp.457～460
宮島廣美 福元伸也 重井徳貴 岸田一也	A Self-Tuning Method of Fuzzy Inference Rules Using Counter Propagation	WSEAS Trans. on Circuits and Systems World Scientific and Engineering Academy and Society World Scientific and Engineering Academy and Society 2004-1 Issue 1, Vol. 3 pp.21～24
島名賢児* 近藤英二 萩原孝一 皮籠石紀雄	主軸頭の振動測定によるエンドミル切削過程の動的安定性の監視	2003年度精密工学会秋季大会講演論文集　富山　精密工学会　2003-10　p.601
皮籠石紀雄 西谷弘信 大園義久 島名賢児 近藤英二	アルミナ分散強化鋼の高温における切欠材の疲労強度	日本機械学会論文集A編 日本機械学会 2003-10 69(686) pp.1497～1502
島名賢児* 近藤英二 萩原孝一 河野良弘	主軸頭の振動測定によるエンドミル切削過程の動的安定性の監視	2004年度精密工学会春季大会講演論文集　東京　精密工学会　2004-3　pp.507～508

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
原田治行	Blind Deconvolution for Out-of-focus Image using Discrete Cosine Transform	Proceedings of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications Young Shik Moon Phoenix Park, Kang-Won Do, Korea The Institute of Electronics Engineers of Korea 2003-7 Vol. 2 pp.1332~1334
柳田寛行* 原田治行	離散コサイン変換を用いた画像復元に関する研究	第11回電子情報通信学会九州支部学生会講演集 崇城大学 電子情報通信学会・九州支部 2003-9 D1-13 p.87
中原 潤 宮田千加良	M系列相関とニューラルネットワークを用いた論理ボードの故障修復に関する研究	第１１回電子情報通信学会九州支部学生会講演会講演論文集 電子情報通信学会・九州支部 崇城大学 電子情報通信学会・九州支部 2003-9 D2-13 p.p.112
室屋光宏 山下貴之	シミュレータを用いた誘導電動機駆動システム解析の応用	平成１５年電気学会産業応用部門大会講演論文集 東京工科大学 電気学会 2003-8 pp.Y~19

情報工学科

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
Tomokazu IRIE* Koujirou SHIBA Yasuo MIENO Masashi MURATA	Implementation of Encoder for Logical Triangle Method with Logical	Proceedings of the IASTED CSN2003 C. E. Palau Salvador Benalmadena, Spain IASTED 2003-9 pp.272~276
榎園 茂* 森 隆 持原 稔 芝 浩二郎 白坂 繁 鮫島 俊秀	高専学生による中学校のIT教育支援の試み	工学教育 日本工学教育協会 2004－1 52(1) p.93－98
坂口翔平* 榎園茂	手書き文字認識における歪み修正手法の検討	第2回電子情報系高専フォーラム講演論文集 熊本電波工業高等専門学校 電子情報系高専フォーラム事務局 2003－11 2 p.43－46
折田和久* 加治佐清光	画像可逆圧縮における基礎的手法の考察	第11回電子情報通信学会九州支部学生会講演会講演論文集 崇城大学 電子情報通信学会・九州支部 2003-9 p.11
竹山征宏* 加治佐清光	ウェーブレット変換を用いた画像への情報埋め込みに関する考察	第11回電子情報通信学会九州支部学生会講演会講演論文集 崇城大学 電子情報通信学会・九州支部 2003-9 p.12
Kojiro SHIBA* Kunihiko MORI	Pattern Recognition of Go-board Contour using Genetic Algorithm	Proceedings of the 2004 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing Mamoru Tanaka Honolulu, Hawaii, USA RISP 2004-3 pp.213~215
三重野保男 新村龍二	遮光葉面の電位変動とその伝達状況について	日本生物環境調節学会九州支部第2回研究会 環境調節学会／長崎 日本生物環境調節学会九州支部／日本生物環境調節学会九州支部 2003年11月28日～29日 研究発表要旨集 pp.p13~14

土木工学科

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
池田正利 原口誠夫 中澤隆雄 鎌田政人	桜島における土石流土砂のコンクリート用細骨材への有効利用	セメント・コンクリート論文集 社団法人 セメント協会・研究所 東京都 社団法人 セメント協会 2004-2 NO.57 pp.739~744

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
池田正利 内谷保 中澤隆雄 鎌田政人	桜島における土石流土砂のコンクリート用細骨材への有効利用	平成15年度土木学会全国大会第58回年次学術講演会講演概要集 社団法人　土木学会 徳島県徳島市 社団法人　土木学会 2003-9 58 pp.987～988
岡林巧 上山祐宣 新納格 荒牧憲隆 兵動正幸 日下部伸	水搬送工法により埋立てられたしらす地盤の三軸せん断特性	平成１５年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 土木学会 大分市 土木学会 2004,3 第１分冊 pp.A534～A535
岡林悦子 ミョーキン 田中光徳 古谷一人 岡林巧	火山性土壌のもつ保水性・保肥性に関する基礎的研究	平成１５年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 土木学会 大分市 土木学会 2004,3 第２分冊 pp.B568～B569
あべ松伸二 岡林巧	Method of Soil Test Intended for Foreign Students	鹿児島工業高等専門学校　研究報告 鹿児島工業高等専門学校 鹿児島県姶良郡隼人町 鹿児島工業高等専門学校 2003,8 第38号 pp.53～61
堤　隆 平島健一	Stress fields for a semi-infinite plane containing a circular hole subjected to stresses from infinite points	System-based Vision for Stregic and Creative Design (Proceedings for the Second International Conference on Structural and Construction Engineering) Prof. Franco Bontempi イタリア，ローマ University of Rome "La Sapienza" 2003-9 3 pp.2003～2008
西留　清	平成１５年度国専協主催近畿地区国立高等専門学校教官研究集会	論文集「高専教育」 国立高等専門学校協会／東京 国立高等専門学校協会 2004年3月15日 27号 pp.802～803
西留　清	産学連携「鹿児島高専地域共同テクノセンターと錦江湾テクノパーククラブ」	第９回高専シンポジウム講演要旨集　第９回高専シンポジウム実行委員会／有明高専　第９回高専シンポジウム実行委員会／第９回高専シンポジウム実行委員会　2004年1月17日　9号 pp.209～210
西留 清 榎並 利征 佐藤ひとみ 長谷川光行	交互流立体格子状回転円板法による排水処理の効率化	平成15年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 福岡／大分大学 土木学会西部支部／土木学会西部支部 2004年3月6日 平成１５年度第２分冊 pp.410～411
西留 清 榎並 利征 佐藤ひとみ 荒木宏之 古賀憲一 桂　道治 Winai Liengcharernsit	Wastewater Treatment Using a Rotating Biological Contactor with Latticed Cubic Substratum and Its Designing	Proceedings of the Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering (RSID4) Thailand／Bangkok Department of Civil Engineering／Kasetsart University, Tokyou Institute of Technology, University of the Philippines-Diliman 2003年4月3-5日 Vol.4 pp.C4～21?C4
Makoto Hikida* Toshiyuki Enami Toshiyuki Moriyama Kazuyoshi Aida Koichi Ishituka	PREDICTION OF OCCURRENCE OF VOLCANIC DEBRIS FLOWS BY MONITORING GROUND	Proceedings of the Fourth Regional Symposium on Infrastructure Bangkok-Thailand Kasetsart University 2003-04 2003 pp.1105～1112

研　究　業　績

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
定田誠 橋本晴行 森山聡之 酒谷幸彦 会田和義	振動センサーを利用した土石流の検知と流量予測	河川技術論文集　東京　土木学会　2003-06　9　pp.241～246
定田誠 平野宗夫	１９９３年鹿児島豪雨災害浸水図	徳田屋書店　2003-08　pp.1～16
高岡広樹* 橋本晴行 Kichan-Park 池松信也 城戸正一郎 **定田誠**	2003年7月水俣市集川で発生した土石流の流動特性について	自然災害研究協議会・西部地区部会報・研究論文集　福岡　自然災害研究協議会　2004-02　28　pp.77～80
定田誠	平成５年鹿児島豪雨の教訓と水辺のネットワーク	鹿児島県地学会誌 鹿児島 鹿児島県地学会 2003-12 87 pp.7～10
定田誠* **榎並利征** **鰱田清孝** 森山聡之 会田和義	大規模土砂災害の予知・警報システムの開発	第９回高専シンポジウム講演要旨集　第９回高専シンポジウム実行委員会　有明　有明工業高等専門学校　2004-01　9　p.169
水流彰太郎* **徳田浩史** **榎並利征** **定田誠**	渓谷河川における土石流シミュレーション実験	土木学会西部支部研究発表会講演概要集　大分　土木学会西部支部　2004-3　H15　pp.B196～B197
八反田周吾* **橋口孝行** **定田誠** **榎並利征** 森山聡之 会田和義 石塚浩一	土石流検知警報システムの開発	土木学会西部支部研究発表会講演概要集　大分　土木学会西部支部　2004-3　H15　pp.B198～B199
前野祐二	エコ石灰セメントの開発	水　小林　伸光　月間「水」発行所　45巻　pp.28～32
前野祐二	セメントを添加したエコ石灰セメントの強度特性	平成15年土木学会西部支部研究発表会講演概要集　土木学会西部支部　日本文理大学　土木学会西部支部　平成16年3月　2号　pp.522～523
前野祐二	セメントを添加したエコ石灰セメントの強度特性	平成15年土木学会西部支部研究発表会講演概要集　土木学会西部支部　日本文理大学　土木学会西部支部　平成16年3月　2号　pp.524～525
前野祐二	廃プラスチックペレットの土木材料への有効利用	平成15年土木学会西部支部研究発表会講演概要集　土木学会西部支部　日本文理大学　土木学会西部支部　平成16年3月　2号　pp.566～567
前野祐二	都市ごみ焼却灰を主原料とした固化材の開発と化学組成の影響	第９回高専シンポジウム講演要旨集　高専シンポジウム協議会　有明工業高等専門学校　高専シンポジウム協議会　平成16年1月　pp.171～172
山内正仁 増田純雄 木原正人	焼酎蒸留粕で作製した資源循環型ポットの土壌還元特性	土木学会環境工学論文集　土木学会　2003年11月　Vol.40　pp.639～646

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
増田純雄 **山内正仁** 渡邊創太	都市排水路の大腸菌群汚染に関する調査・研究	土木学会環境工学論文集　土木学会　2003年11月　Vol.40　pp.523~530
増田純雄 **山内正仁** 安井賢太郎	焼酎蒸留粕の有効利用に関する研究	土木学会環境工学論文集　土木学会　2003年11月　Vol.40　pp.381~387
増田純雄 安井賢太郎 **山内正仁**	焼酎蒸留粕の地域資源循環システムに関する研究	土木学会論文集　土木学会　2003年7月　No.741,VII-28　pp.103~110
M.YAMAUCHI S.MASUDA **M.KIHARA**	Characteristics of the Resource Recycling Pots Made from Shochu Waste Stillage	Proceedings of the 1st International Symposium Green Energy Revolution Nagaoka,Japan Nagaoka Univ.of Tech.　2004年01月　p.p.123
M.YAMAUCHI S.MASUDA **M.KIHARA** **M.Mihara**	Fundamental study on practicality of resource recycling goods made from sweet potato waste stillage	Proceedings of the Fourth Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering Bangkok Thailand　2003年4月　pp.C629~C636
安井賢太郎 増田純雄 佐伯雄一 **山内正仁**	焼酎蒸留粕から作成した資材の土壌還元に関する基礎的研究	土木学会西部支部発表会講演概要集B　大分市　土木学会　2004年3月　pp.574~575
山下大輔 増田純雄 **山内正仁** 安藤定美	焼酎蒸留粕で作製した育苗ポットによるキュウリの生育試験に関する研究	土木学会西部支部発表会講演概要集B　大分市　土木学会　2004年3月　pp.572~573
片平智仁 **山内正仁** **木原正人** 増田純雄	焼酎粕で作製したエコポットの量産化稼動条件の検討	土木学会西部支部発表会講演概要集B　大分市　土木学会　2004年3月　pp.570~571
倉山信博 増田純雄 **山内正仁** 西野厚	岡川の水質汚濁に関する研究	土木学会西部支部発表会講演概要集B　大分市　土木学会　2004年3月　pp.494~495
下薗晋一郎 **山内正仁** 山田真義 原田秀樹	パイロットスケール高温UASBリアクターによる麦、甘藷焼酎蒸留廃液の処理特性	土木学会西部支部発表会講演概要集B　大分市　土木学会　2004年3月　pp.424~425
太田陽 増田純雄 安井賢太郎 **山内正仁**	麦焼酎蒸留粕の減圧蒸留に関する研究	土木学会西部支部発表会講演概要集B　大分市　土木学会　2004年3月　pp.414~415
下堂園昭信 **山内正仁** **木原正人** 増田純雄	焼酎蒸留粕で作製した資源循環型ポットの特性に関する研究	Journal of Eco technology Research　富山市　2003年12月　Vol9No.3　pp.70~73
安井賢太郎 増田純雄 **山内正仁**	焼酎蒸留粕のろ液を減圧蒸留して得られる凝縮液の特性	第14回廃棄物学会研究発表会講演論文集　つくば市　廃棄物学会　2003年10月　pp.200~202
下堂園昭信 **山内正仁** **木原正人** 増田純雄	焼酎蒸留粕で作製したエコポットの量産化に関する基礎的研究	土木学会第58回年次学術講演会講演概要集VII　鳴門市　土木学会　2003年9月　pp.265~266

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
M.YAMAUCHI S.MASUDA **M.KIHARA** M.Mihara	Fundamental study on practicality of resource recycling goods made from sweet potato waste stillage	THE FOURTH COOPERATIVE FORUM OF KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY AND THE PUSAN COLLEGE OF INFORMATION TECHNOLOGY Kagoshima kagosima National College of Technology Oct.,2003 pp.5~12
山田真義 クーシヴイライパイラヤ 井町寛之 大橋晶良 原田秀樹 **下堂園昭信** **山内正仁**	パイロットスケール高温UASBリアクターによる焼酎蒸留廃液のオンサイト実証実験	第３８回日本水環境学会年会 札幌市 日本水環境学会 2004年3月 p.359

一般教育科 化学

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
森重勇雄* 奥永愛美 平田誠 羽野忠 高梨啓和 **大竹孝明**	乳化液膜法による無機質壁マイクロバルーンの形成	第40回化学関連支部合同九州大会講演予稿集 北九州市 化学工学会九州支部 2003-7 p.267
森重勇雄* 奥永愛美 通阪栄一 平田誠 羽野忠 高梨啓和 **大竹孝明**	乳化液膜を利用した多様な無機質壁マイクロバルーンの形成	化学工学会第36秋季大会研究発表講演要旨集 仙台市 化学工学会 2003-9 p.L3P06
馬場秀二* **大竹孝明** **岡林巧** 佐藤祐一 上村芳三 吉田昌弘 幡手泰雄 國分修三 羽野忠	微生物を固定化した竹炭による水質浄化技術の開発	第9回高専シンポジウム講演要旨集 大牟田市 高専シンポジウム協議会 2004-1 p.21
窪崎拓也* **丸田大地*** **大竹孝明** **平田登基男** **前田滋**	ゴミ焼却灰中に含まれる重金属元素の有効利用	第6回化学工学会学生発表会（西日本地区）研究発表講演要旨集 福岡市 化学工学会人材育成センター 2004-3 p.72

一般教育科 国語

氏 名	論 題	雑誌，講演会，または発行所等
松本裕司	別府夏季大学会の現職教育機能に関する一考察	飛梅論集 九州大学大学院人間環境学府 福岡 2004-3 第4号 pp.95~110
松本裕司	「大正末期の『実習日誌』にみられる大分県女子師範学校附属小学校の教育研究」	石川県金沢市金沢大学サテライトプラザ 全国地方教育史学会第26回大会 2003-6

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
松本裕司	「大正末から昭和初期における師範学校附属小学校の教育研究」	京都市同志社大学 教育史学会第47回大会 2003-9
松本裕司	「大正期の県外学事視察と大分県小学校教育の展開」	大分市大分大学 九州教育学会第55回大会 2003-11

一般教育科　英語

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
金岡正夫	A Creativity-focused ESP Course for the Development of Learning Motivation and Autonomy	九州英語教育学会(KASELE)紀要　田吹昌俊　北九州市　九州英語教育学会(KASELE)事務局　2003-8　第31号　pp.77~83
金岡正夫	Critical Systems Thinking for Improved English Language Learning Environment	鹿児島工業高等専門学校研究報告第37号 鹿児島　鹿児島工業高等専門学校　2003-8　38　pp.63~69
金岡正夫	自己省察と創造性を活かした科学技術英語授業	工学教育　日本工学教育協会(JSEE)編集委員会　東京　日本工学教育協会(JSEE)　2003-11　51(6)　pp.71~77
金岡正夫	創造性を重視したESP授業のあり方	宮城教育大学（仙台）　全国英語教育学会(ARELE)主催第29回研究大会　南東北研究大会　2003-8
金岡正夫	ESP語彙－Is ESP vocabularly sub-technical？	東北学院大学（仙台）　大学英語教育学会(JACET)主催　第42回全国大会　2003-9
金岡正夫	CPBI as A Possible Solution for Student Ownership in ESP Course	鹿児島大学教育学部（鹿児島）　九州英語教育学会(KASELE)主催　第32回研究大会　宮崎研究大会　2003-11

一般教育科　独語

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
保坂直之	トラークルの二つの雷雨の詩のメタファー	鹿児島工業高等専門学校研究報告　鹿児島　鹿児島工業高等専門学校　2003-08　38　pp.71~82
保坂直之	初級ドイツ語授業でのインターネットのニュース素材の活用	日本独文学会西日本支部　第55回研究発表会　大分　2003-11　55

一般教育科　政経／法学

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
松田忠大	公海上における異国船籍船舶衝突の準拠法等	早稲田法学　箱井崇史　東京都　早稲田大学法学会　平成15年9月　第79巻第1号　p.245～259

技術室

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
原田正和* 引地力男 西原紀男 河野良弘	非鉄金属の二次元切削における加工硬化層の生成機構に関する研究	鹿児島工業高等専門学校研究報告　鹿児島　鹿児島工業高等専門学校　2003-08　38　pp.7~13
上野孝行 引地力男 山下俊一 吉満真一	アクリル板のレーザ加工における加工くずの発生状況に関する研究	鹿児島工業高等専門学校研究報告　鹿児島　鹿児島工業高等専門学校　2003-08　38　pp.1~6

氏　名	論　題	雑誌，講演会，または発行所等
原田正和* 引地力男 油田功二 東川内久志 上野孝行 西原紀男	高専における創造性を育成するための工作実習の工夫	2003年度精密工学会九州支部大分地方講演会講演論文集 大分 精密工学会 2003-11 pp.25~26

編 集 専 門 委 員

委 員 長

原 田 治 行　　電子制御工学科

委　　員

松 本 裕 司	一般教育科
江 崎 秀 司	機械工学科
嶋 根 紀 仁	機械工学科
小 暮 晴 美	電気電子工学科
宮 田 千加良	電子制御工学科
幸 田 晃	情報工学科
玉 利 陽 三	情報工学科
堤 隆	土木工学科

鹿児島工業高等専門学校研究報告　第３９号

平成１６年(2004)8 月 31 日印刷

平成１６年(2004)8 月 31 日発行

発行人

前 田 滋

発行所

鹿児島工業高等専門学校

Kagoshima　National College of Technology

〒899-5193　鹿児島県姶良郡隼人町真孝 1460 番 1

1460-1　Shinko,Hayato-cho,Aira-gun

Kagoshima-ken　899-5193　Japan